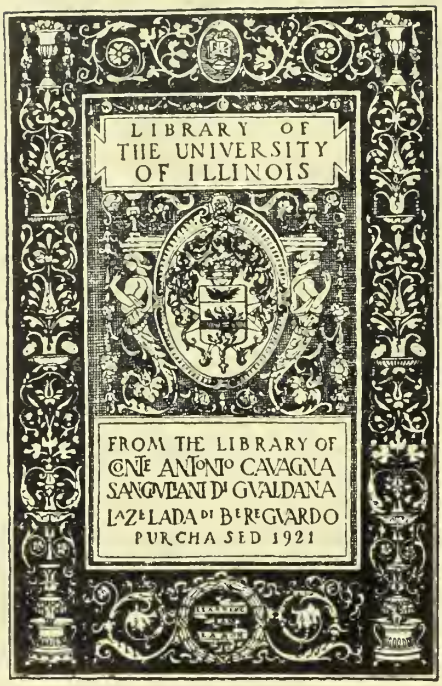

LIBRARY OF
THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
FROM THE LIBRARY OF
CONTE ANTONIO CAVAGNA
SANGUIANI DI GUALDANA
LAZELADA DI BEREGUARDO
PURCHASED 1921

628.2
C16r

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

http://www.archive.org/details/risanamentodelle00cant

RISANAMENTO DELLE CITTÀ

DELLA COSTRUZIONE
DEI
CANALI DI FOGNATURA

E DEI DIVERSI MEZZI IMPIEGATI
PER TRADURRE ALL'ESTERNO
LE ACQUE LORDE E LE DEJEZIONI

STUDI E PROPOSTE

DELL'ING. ANTONIO CANTALUPI

Con 52 Figure intercalate nel Testo

MILANO
Successore di CARLO BRIGOLA *Libraio-Editore*
11 — Via Pantano — 11
1890

la vente

RISANAMENTO DELLE CITTÀ

DELLA COSTRUZIONE
DEI
CANALI DI FOGNATURA
E DEI DIVERSI MEZZI IMPIEGATI
PER TRADURRE ALL' ESTERNO
LE ACQUE LORDE E LE DEJEZIONI

STUDI E PROPOSTE

DELL' ING. ANTONIO CANTALUPI

Con 52 Figure intercalate nel Testo

MILANO
Successore di CARLO BRIGOLA *Libraio-Editore*
11 — Via Pantano — 11

1890

Milano, Prem. Tipo-Litografia degli Ingegneri

PREFAZIONE

Da molti igienisti si ammette che il RISANAMENTO DELLE CITTÀ debba consistere nella costruzione dei Macelli e dei Cimiteri, nel procurare la salubrità e l'aereazione degli edifici pubblici e privati, nello stabilire od aprire delle strade larghe, bene pavimentate e delle piazze e giardini collocati e disposti opportunamente, e finalmente nella provvista di buone acque potabili e nell'eseguire i canali di fognatura.

Se non che la massima parte di questi provvedimenti non riguardano particolarmente il risanamento delle città, ma si estendono altresì all'igiene generale di qualunque territorio e pei quali la pubblica amministrazione vi ha di già pensato con appositi Regolamenti sanitarj, non lasciando alcun incertezza sul modo di eseguire cotesti lavori già discussi e determinati da una lunga esperienza.

Allo stato attuale i quesiti che si presentano per il risanamento delle città, e di qualunque grossa borgata, vertono sopra due argomenti che sono della massima importanza ai quali per l'addietro non venne dato gran peso, quantunque riguardino direttamente l'igiene pubblica e l'interesse dei cittadini.

Questi due argomenti sono: 1.° L'acqua potabile a discrezione nelle abitazioni e pel servizio pubblico; 2.° La costruzione dei canali di fognatura per il più sollecito smaltimento all'esterno di qualunque immondezza.

Dalle Tavole statistiche è abbastanza dimostrato quanta e quale influenza abbia l'acqua potabile sulla salute delle popolazioni, ed in particolare per quelle che dimorano nelle città ed agglomerate, cosicchè qualora si manchi o si diffetti di acqua, oppure sia di qualità cattiva, tutte le amministrazioni dei Comuni e delle città si sono sobbarcate a spese ingentissime per provvedere dell'acqua fresca, salubre ed in quantità bastante onde sopperire a tutti i bisogni della vita ed alle esigenze richieste dall'attuale civiltà.

Per la provvista dell'acqua potabile le questioni che si presentano da risolvere nella maggior parte dei casi sono bene determinate. Trattasi infatti di rintracciare l'acqua pura ed abbastanza fresca ad una distanza ragionevole dal luogo di distribuzione e di eseguire la conduttura in modo tale che questa distribuzione possa aver luogo nei vari punti della città.

Si potrebbe elevare il dubbio se o meno convenga usare quella dei fiumi, dei laghi o delle sorgenti, oppure ricavarla dal sottosuolo. Sono questioni

che riguardano più particolarmente le condizioni locali ed i mezzi per provvedervi. Le questioni adunque sono interamente tecniche che si possono risolvere più o meno facilmente, ma che non hanno giammai sollevato dei quesiti di massima. È questo per altro un argomento di molta importanza anche sotto le viste tecniche e pei grandi lavori che si devono eseguire, in conseguenza di che ci siamo occupati già da molto tempo, e di cui fra breve esporremo il risultato dei nostri studi.

Ma pei canali di fognatura e per gli altri mezzi suggeriti dall'arte e messi in pratica in molte località, gli igienisti non sono tuttavia interamente di accordo. Alcuni vorrebbero le fosse mobili, altri i sistemi separatori, mentre una gran parte propugnerebbe la costruzione dei canali di fognatura colla corrente continua, malgrado alcuni inconvenienti che presenta un tale sistema.

Di fronte a questa disparità di opinioni, che necessariamente inducono una grande incertezza nelle Autorità amministrative sul partito migliore da appigliarsi, ci parve che era un argomento di attualità quello di prendere in esame i diversi sistemi fin qui seguiti o proposti per raccogliere e tradurre all'esterno le acque lorde e le materie fecali, onde rilevare quale dei sistemi fosse da accettarsi e che meglio soddisfacesse ai bisogni dell'igiene.

Da siffatto esame emerse di dover ammettere colla maggioranza degli igienisti che il sistema di fognatura coi condotti d'acqua continua era quello che più di ogni altro provvedeva interamente alle esigenze dell'igiene ed al comodo pubblico, mentre le opposizioni che si sono sollevate intorno al medesimo erano più speciose che reali.

Stabilita questa massima non rimaneva altro che di conoscere quali erano i lavori che si dovevano eseguire all'oggetto che la fognatura corrispondesse al suo scopo, quale era la forma da assegnarsi ai condotti e quali le dimensioni, affinchè fossero possibilmente eliminate le eccezioni che furono sollevate.

I risultati ottenuti nelle grandi città ove si sono eseguite tali fognature, gli studi accurati e profondi dei distinti tecnici che vi ebbero parte, servirono di guida nel determinare i principi che si dovrebbero seguire nella loro costruzione, ricavando così dall'esperienza e dagli studi fatti le norme più consone alle diverse circostanze.

All'oggetto poi di viemeglio illuminare tutti coloro che si occupano di simili lavori abbiamo creduto essere di un grande interesse quello di presentare la descrizione delle fognature eseguite nelle principali città di Europa dalle quali emergono tutti i particolari di costruzione, le diverse questioni che si sono affacciate all'atto pratico ed il modo col quale furono risolte.

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NELLA PRESENTE OPERA

PREFAZIONE . . . . . *Pag.* III

Mezzi diversi che si usano per far defluire le acque lorde e per il trasposto all'esterno delle materie fecali di rifiuto.

Fosse fisse e pozzi neri . . . . . » 2
Latrine e sedili . . . . . » ivi
Canali di scarico . . . . . » 3
Pozzi neri . . . . . » 4
Otturatori . . . . . » 5
Tubi esalatori . . . . . » 9
Fosse mobili . . . . . » 10
Sistemi divisori . . . . . » 14
Latrine a cenere ed a terre secche . . . . . » 16
Sistema di disinfezione . . . . . » 17
Sistemi pneumatici . . . . . » 18
Sistema Liernur . . . . . » ivi
Sistemi Waring e Shone . . . . . » 22
Fognatura di Memfis. . . . . » 23
Sistema pel trasporto delle dejezioni e delle acque lorde colla corrente d' acqua continua . . . . . » 26
Proposte di nuovi sistemi di fognatura . . . . . » 30
Fognature antiche . . . . . » 33
Fognature moderne
Norme generali che si adottano nelle fognature moderne . . » 38
Volume d'acqua e delle materie da defluire nelle fognature . » 39
Elementi di spesa per la costruzione dei canali . . . . . » 43
Disposizione generale di una rete di fognatura . . . . . » 44
Della forma delle fognature e del loro profilo longitudinale . » 45
Struttura dei condotti . . . . . » 51
Opere accessorie nei canali di fognatura . . . . . » 54

Chiusure diverse . . . . . *Pag.* 57
Chiusura Millerat. — Sifone e valvola a campana . . . . . » ivi
Tinetta idraulica e pozzetto . . . . . » 58
Apparati pel risciacquamento dei condotti . . . . . » 60
Ventilazione e processi chimici pel risanamento dei condotti . » 64
Fognatura domestica . . . . . » 71
Scarico all'esterno delle acque di fogna e loro depurazione . » 74
Destinazioni diverse che furono date ai condotti di fognatura . » 86
Latrine pubbliche e spanditoi . . . . . » 89
Serbatoi automatici . . . . . » 98
Conclusione . . . . . » 100
Fognatura di Londra . . . . . » 101
Fognatura al nord della città . . . . . » 103
Fognatura a mezzogiorno . . . . . » 105
Utilizzazione delle acque di fogna . . . . . » 106
Fognatura di Parigi . . . . . » 110
Collettori principali . . . . . » 113
Costruzione delle fogne . . . . . » 114
Canali di scarico e di ispezione . . . . . » 115
Fognatura domestica . . . . . » 119
Determinazioni da ultimo prese a Parigi nell'interesse dell'igiene » 120
Fognatura di Berlino . . . . . » 124
Disposizione generale della fognatura . . . . . » 125
Quantità delle acque che possono condurre i condotti . . . » 129
Forme dei condotti . . . . . » ivi
Accessori della fognatura . . . . . » 127
Canali di scarico e sollevamento delle acque . . . . . » 130
Esecuzione dei lavori . . . . . » ivi
Costo delle opere e conclusione . . . . . » 131
Fognatura di Varsavia . . . . . » 132
Descrizione del progetto . . . . . » 133
Deflusso delle acque di fogna . . . . . » 135
Sezione dei condotti e materiali impiegati nei medesimi . . . » 136
Ventilazione e pulimento . . . . . » 137
Diramazioni e Cammini d'ispezione . . . . . » 138
Bocchette. — Acque sotterranee e costo delle opere . . . . » 139
Esercizio . . . . . » 140
Fognatura di Francfort s. m. . . . . » ivi
Piano della fognatura e forma delle chiaviche . . . . . » 141
Fognatura domestica . . . . . » 142
Fognatura di Bruxelles . . . . . » 143
Forma dei condotti e sistema di costruzione . . . . . » ivi
Destinazione dei canali . . . . . » 144
Fognatura di Danzica . . . . . » 145
Fognatura di Milano . . . . . » ivi
Stato attuale delle fogne . . . . . » ivi
Nuove fognature in corso di esecuzione . . . . . » 151
Fognatura domestica . . . . . » 155

Prescrizioni municipali sulla immittenza delle dejezioni e delle acque lorde nella fognatura . . . . . *Pag.* 156
Progetto per la fognatura generale della città. . . . . » 159
FOGNATURA DI NAPOLI. . . . . » 160
Descrizione della fognatura . . . . . » 165
Macchine pel sollevamento dei liquidi . . . . . » 169
FOGNATURA DI TORINO . . . . . » 170
FOGNATURA DI ROMA . . . . . » 173
Proposte di una Commissione tecnica sulle massime da adottarsi nelle nuove fognature . . . . . » 176
Fognatura nei quartieri dell' Esquilino . . . . . » 177
Fognatura domestica . . . . . » 179
FOGNATURA DI BUDAPEST . . . . . » 181
CONCLUSIONE . . . . . » 182

MEZZI DIVERSI CHE SI USANO PER FAR DEFLUIRE LE ACQUE LORDE E PER IL TRASPORTO ALL'ESTERNO DELLE MATERIE FECALI E DI RIFIUTO.

Per risolvere il problema che si discute attualmente sui mezzi più efficaci onde raccogliere e trasportare prontamente le dejezioni, le acque lorde e le spazzature all'esterno delle grandi e delle piccole città, ha indotto gli igienisti e gli ingegneri ed architetti ad occuparsi seriamente di una tale questione, prendendo in esame i diversi sistemi che furono fin qui impiegati per ottenere l'intento e la convenienza di adottare piuttosto l'uno che l'altro degli stessi sistemi.

È questo un argomento di una grande importanza per la salute pubblica, ed è il perno principale pel risanamento delle città, avendo l'esperienza dimostrato che la massima parte delle malattie infettive, cioè il vajolo, il tifo, l'ileotifo, il colera ecc. derivano particolarmente dalle esalazioni deleterie delle materie fecali e delle sostanze organiche in decomposizione che si trovano ammassate nelle case, nelle strade od in prossimità delle abitazioni.

La raccolta delle materie fecali e delle acque lorde, non che il successivo trasporto all'esterno degli abitati, si può effettuare in diversi modi i quali però si riducono a cinque, vale a dire.

1.° Colle fosse fisse o pozzi neri, trasportando in seguito le materie all'esterno col mezzo dei carri pneumatici ideati dal Chapusot.

2.° Colle fosse mobili semplici consistenti in botti impermeabili, che dopo riempite vengono tradotte esternamente.

3.° Colle fosse mobili od anche fisse usando degli artifici per separare le materie liquide dalle solide.

4.° Col sistema pneumatico ad aria compressa.

5.° Finalmente col trasporto immediato, dai condotti dei cessi, all'esterno col mezzo dell'acqua a corrente continua, ovvero con mezzi pneumatici, quali sono il sistema Waring ed i sistemi Liernur e Berlier.

Qui daremo brevemente la descrizione di questi diversi apparati e vedremo quali sono i vantaggi rispettivi e quali gli inconvenienti che presentano.

FOSSE FISSE O POZZI NERI.

Il pozzo nero costituisce una parte sostanziale delle latrine o cessi, che si vogliano chiamare, ove vanno a scaricarsi ed a deporsi le dejezioni umane per essere successivamente trasportate all'esterno delle abitazioni e delle città. Laonde la costruzione del pozzo nero è intimamente connessa con quella delle latrine di cui quì ci occuperemo partitamente in tutti i suoi particolari.

Latrine e loro sedili. — Nella città di Torino in forza del Regolamento di Polizia edilizia (1) ogni fabbricato serviente o destinato a servire di abitazione deve essere munito da latrine convenientemente disposte, aerate ed in numero sufficiente alla quantità degli alloggi e degli inquilini cui può dare ricetto (2).

Questa massima venne accolta ed osservata in quasi tutte le città dell' alta Italia in particolare nelle abitazioni civili, mentre nelle case per gli operai bene spesso una sola latrina serve per diverse famiglie (3).

Ogni latrina comprende: la cameretta col sedile; il condotto di scarico delle dejezioni, ed il fognone o pozzo nero col tubo di ventilazione.

La cameretta o camerino deve prendere l'aria o la luce dall'esterno dell'edificio e giammai dai locali interni. Le pareti ed il pavimento vanno costrutti in modo da ottenere e conservare la massima pulitezza. Così queste parti dovrebbero essere coperte da stucco lucido e meglio ancora da lastre di marmo.

(1) Regolamento 18 Giugno 1862.

(2) Fino dalla metà del secolo scorso la costruzione delle latrine costituì il tema di molti studi da parte degli Architetti, non essendo tuttavia comparsa la classe degli igienisti i quali la considerassero sotto il punto di vista della salute pubblica colla scorta della scienza e dell'esperienza. Ed il Milizia nei suoi *principi di Architettura civile*, proponeva alcuni provvedimenti per rendere inodore le latrine fra i quali vi era pur quello di far trasportare le dejezioni dalle acque correnti e di applicare nei sedili i vasi colle valvole e coll'acqua, denominati all'*inglese*. Se non che quelle proposte erano tuttavia ben lontane dal raggiungere lo scopo a cui si mirava particolarmente per ciò che riguarda la costruzione dei pozzi neri e della fognatura.

(3) Sino verso la fine dello scorso secolo si era tuttavia ben lontani in Milano, dal pensare alla salute pubblica; di ciò ne abbiamo una prova evidente nella *Grida generale del Magistrato alla Sanità dello Stato di Milano* sotto la data del 26 aprile 1781 colla quale venivano fatte le seguenti prescrizioni cioè:

« Nell' interno delle case e specialmente nelle osterie, bettole, camere, locande, bottiglierie, latterie, macellerie e cervellerie, ove non vi fossero cisterne per la deposizione delle acque spandibili ed immondezze, qualunque rispettivo padrone sarà tenuto nel termine di due mesi, dalla pubblicazione di questa grida, di far costruire una o più cisterne secondo il bisogno, ed ove mancano di far costruire le latrine ed i cessi necessarj come pure gli acquaj colle loro canne coperte e bastevoli al libero corso delle acque lorde e materie immonde nei recipienti sotterranei i quali devono essere capaci in modo che non si abbiano a vuotare più di una volta, e nei siti angusti più di due volte all' anno sotto pena, ecc.

» Se qualche vaso di cisterna o latrina esistente in casa di ragione di più compadroni tramanda immondezze o per difetto di pietre non bene adattate alla bocca ed al suolo, è tenuto chi ha la bocca dalla sua parte alla pronta evacuazione sotto pena, ecc.

« E se nei canali dei suddetti vasi accadesse qualche ingorgamento che impedisca il corso delle acque ed altre materie o rotture per cui si spargessero, basta che osservati gli ordini sia subito levato l'ostacolo senz'altro vuotamento e sia fatta la necessaria riparazione sotto pena, ecc.

« Quanto poi alle acque di alcun pozzo che venissero deturpate o infette da penetrazione di materie sordide o per qualsiasi altra cagione deve il rispettivo padrone di casa e per esso il conduttore far in modo lodevole spurgare le acque e riparare ad ogni successivo deturpamento, e ciò sotto pena, ecc

I sedili possono essere a livello del pavimento o di poco rialzati, nel qual caso si dicono *alla turca*. Ma nelle abitazioni civili il sedile è sempre elevato dal pavimento di circa m. 0, 45 e comprende: un vaso ad imbuto di majolica o di porcellana a cui fa seguito il tubo di scarico delle materie. Questo sedile ha spesse volte il coperto formato da una lastra di marmo, a cui si sovrapone una tavola di legname mobile a lucido per eliminare la sensazione disgustosa ed insalubre di sedere sul marmo.

Le latrine alla turca non si applicano che nelle scuole, nei pubblici stabilimenti e nelle stazioni delle ferrovie, collocando al fondo del vaso una valvola automobile (1).

Canali di scarico. — Alla estremità inferiore del vaso ad imbuto comincia il tubo di scarico delle materie nella fossa.

Questo tubo va collocato più che sia possibile verticalmente, dacchè è soggetto ad ingorgarsi con somma facilità in causa delle materie solide e della carta che viene gettata in gran quantità nell' uso della latrina. Negli edificj pubblici e nelle caserme, ove bene spesso non si trovano dei getti d'acqua abbondante, oppure essa è in una misura limitata, i danni derivati ai condotti di latrina in causa delle loro ostruzioni diventano enormi.

Il diametro interno dei tubi di scarico, allorchè le materie fecali non sono diluite dall'acqua, venne stabilito delle dimensioni da m. 0, 20 a m. 0, 25.

Ma attualmente nelle nuove abitazioni e nelle case civili ove si usano i vasi così detti all'inglese, al fondo dei quali vi è una valvola la quale impedisce il getto dei corpi voluminosi, il diametro interno dei condotti di scarico è sensibilmente diminuito riducendolo a m. 0, 10, come si pratica già da tempo in Inghilterra ed in America e come venne prescritto recentemente dal municipio di Milano per le case che si costruiscono nei nuovi quartieri forniti di acqua potabile.

Dalle esperienze riferite da C. Slagg emerge che con un diametro di m. 0, 05 alla base dei condotti verticali e col versare circa 7 litri d'acqua si potevano benissimo far passare la carta, i pannolini, ecc. Però per maggior sicurezza si propose di portare il diametro a m. 0, 065, quando il tubo di scarico superiore abbia il diametro di m. 0. 10. Se non che questo cambiamento di diametro dei tubi di scarico riesce in pratica assai incomodo e di una esecuzione penosa per cui non si può in alcun modo consigliare.

Coll'adottare dei tubi piccoli, ma sufficienti al bisogno, si hanno dei vantaggi segnalati sotto le viste economiche.

L'esperienza ha dimostrato che nei tubi verticali le materie solide precipitano, e le liquide vi giungono più tardi, strisciando sulle pareti interne dei condotti. Nei tubi inclinati poi e nei gomiti il solido, strisciando va ad imbrattare la superficie interna, ciò che torna di danno. Da qui deriva la necessità che una tale superficie sia possibilmente levigata.

(1) I sedili così detti alla turca vennero da ultimo adottati nelle scuole elementari in Torino sul Corso Dante, ma sotto il punto di vista dell'igiene sono poco convenienti. Nella scuola di Padova ed in quella da ultimo eretta in Milano nel quartiere dell'antico Lazzaretto i sedili delle latrine sono proveduti da vasi denominati all'Inglese con un abbondante quantità di acqua e coperti da tavole di legname a lucido.

I tubi di scarico sono costrutti in gres oppure in ghisa; qualunque altro materiale non è adattato, non presentando una sufficiente resistenza. Nel collocare in opera questi tubi si deve usare la massima diligenza in particolare nelle congiunzioni dei diversi pezzi, onde impedire il disperdimento dei liquidi. E qualora siffatti condotti siano incassati nei muri, come si pratica il più delle volte, la superficie interna della incassatura va intonacata diligentemente con cemento idraulico allo scopo che qualora avvenga la rottura di qualche tubo le materie disperse non vadano a contaminare i muri. Riesce poi inutile di osservare che i condotti, di qualunque materie siano composti, vanno situati isolati nelle incassature dei muri sostenendo i singoli pezzi colle occorrenti inginocchiature.

Pozzi neri. — La fossa od il fognone destinato a ricevere le materie escrementizie, ed a conservarle sino alla loro estrazione, consiste in un pozzo la cui capacità varia colla quantità delle materie da immettersi e col lasso di tempo che deve trascorrere fra l' una e l' altra votagione.

Per determinare le dimensioni di un pozzo nero in ragione delle persone che dimorano in una casa, ritenuto che in esso si raccolgano oltre le materie fecali anche le acque lorde di cucina, si osserva che dal Pettenkofer vengono indicate le seguenti quantità di rifiuti per ogni persona e per anno:

Materie fecali	Chilog.	34
Orine	»	438
Acque lorde degli acquaj .	»	90

Non si calcolano le ceneri dei combustibili le quali in giornata non sono giammai scaricate nei pozzi neri, ma bensì impiegate nei liscivi e negli ingrassi.

Per ciascun metro cubico di dejezioni si ha il peso medio di Chilogr. 1100.

Quando i pozzi neri siano spurgati due volte all' anno si calcola la loro capacità in ragione di m. c. 0,50 per persona.

La sezione orizzontale dei pozzi può essere circolare, ellittica od anche rettangolare e quadrata; ma in questi ultimi casi gli angoli devono essere arrotondati con un quarto di cerchio all'oggetto di impedire il trapelamento dei liquidi. La stessa disposizione viene data agli angoli formati dalle pareti verticali e dal fondo al quale si da la forma di un arco rovesciato.

I Regolamanti edilizi comprendono delle norme speciali sia sulla grossezza dei muri sia (*a*) sul modo di costruirli per rendere il pozzo nero impermeabile ed impedire le esalazioni dei gas mefitici ed insalubri, sia finalmente sulla situa-

(*a*) La grossezza delle pareti si può determinare mediante la formola che venne data dal Navier cioè:

$$a = 0\ 577\ h \sqrt{\frac{p}{P}}$$

nella quale a = grossezza del muro, h l'altezza della parete, p la densità dell'acqua o del liquido contenuto e P il peso specifico del muro. Ora ammettendo che $p = 1$; e $P = 2,40$ si avrà la grossezza a del muro eguale a m. 0,35. Nel caso di un pozzo nero però la densità del liquido è molto al disopra di quella qui esposta per cui la grossezza del muro dovrà necessariamente cambiare.

zione in cui si devono collocare gli stessi pozzi affinchè soddisfino alle esigenze dell'igiene e si renda facile il loro spurgo (1).

Però malgrado tutte le prescrizioni edilizie che si possono imporre non si deve fare assegnamento sulla completa impermeabilità dei pozzi neri, perchè i diffetti di costruzione, le trepidazioni del suolo, l'azione degli acidi sull'intonaco e sui muri la rendono, se non impossibile, ma assai difficile. I buoni costruttori hanno date delle norme per ottenere possibilmente l'impermeabilità, fra le quali vi sono le seguenti cioè: *a)* costruire una buona platea in calcestruzzo; *b)* impiegare dei materiali solidi e resistenti nella formazione dei muri di contorno, orditi esclusivamente con malta di calce idraulica; *c)* conformare il fondo a calotta sferica, e schivare qualunque angolo, dal quale si farebbe strada indubbiamente il liquido; *d)* coprire con vôlta il pozzo non essendo convenienti le lastre di pietra; *e)* collocare un tubo di ghisa che peschi in un pozzetto al basso del suolo il quale si prolunghi sino ad una delle pareti del recipiente ove vi possono accedere i carri destinati al vuotamento: *f)* intonacare le pareti con malta di cemento idraulico dello spessore di 5 centimetri; *g)* finalmente vi furono taluni che hanno suggerito di costruire le pareti con un doppio muro di mattoni e riempire l'intercapedine con argilla (2).

Se tutto questo non si trovasse bastante faremo conoscere che la Commissione pel risanamento di Parigi scartando altri sistemi di pozzi neri, ed in aspettativa di sistemi più perfetti, non seppe che proporre *provvisoriamente*, sul rapporto del Prof. Brouardel, un pozzo nero metallico, sistema Schleh, il quale costa per tutte le sue parti secondo Durand Claye 4 mila franchi. Si acquista così l'impermeabilità a troppo caro prezzo.

Otturatori. — Se non che non è bastante l'impermeabilità delle pareti e della vôlta, per provvedere all'igiene, ma è d'uopo altresì che i gas deleteri che si svolgono continuamente dalle materie fecali in decomposizione, non vadano a contaminare le abitazioni, ascendendo nel tubo di scarico delle stesse materie.

Per formarsi un giusto concetto sulle quantità dei gas che si svolgono dalle materie fecali raccolte nei pozzi neri, basterà di osservare che in seguito alle esperienze instituite dall'Erismann, sopra di un pozzo nero della capacità di 3 metri cubici, occupato per metà dalle dejezioni, si hanno in 24 ore 3140 litri di prodotti aeriformi, cioè litri 1747 di gas puzzolente, 940 litri di acido carbonico;

(1) Il municipio di Milano col regolamento stato approvato dal Consiglio Comunale nella tornata del 12 Luglio 1861, che fu poi modificato successivamente colla deliberazione del 4 Aprile 1862, fra le altre cose ebbe a prescrivere.

a) Che i pozzi neri non si potevano scavare ad una profondità maggiore di m. 4 nel suolo, ne ad una distanza minore di m. 4 dai pozzi d'acqua potabile per non inquinare le sorgenti.

b) Che all'oggetto di rendere impermeabili i muri di perimetro, dovevano essere grossi m. 0,45 ed il pavimento alto metri 0,40 con una collellata superiore grossa m. 0,13 assegnando ad esso la forma di un bacino.

c) Che gli angoli dovevano essere arrotondati con un arco di cerchio del raggio di m 0,25, coprendoli con vôlta a tutto sesto o quanto meno con un raggio corrispondente a $\frac{2}{3}$ della corda.

d) Che i tubi verticali dovevano avere il diametro interno non minore di m. 0,20 isolandoli dalle pareti con una distanza di m. 0,05 prolungandoli sino al disopra del tetto per ottenere la ventilazione della fogna.

(2) FICHERA. — *Risanamento delle città.*

446 litri di ammoniaca, 4 litri di acido solfidrico. Quindi l'aria proveniente trasporterebbe in questo caso nelle nostre abitazioni, per un medio in 24 ore, metri cubici 1000 almeno di aria irrespirabile.

Per impedire adunque che questi gas deleterj ascendino per il tubo di scarico e vadano a contaminare le abitazioni si sono applicati alle bocche del vaso ad imbuto diversi apparati otturatori, i quali chiudono più o meno perfettamente la stessa bocca.

Fra questi apparati il più comune, ed il meno costoso, sarebbe la così detta *mezza inglese.* Essa consiste in una lastra di pietra che copre il sedile, nella quale si trova una scanalatura, oppure una vaschetta profonda centimetri 2 circa, che gira intorno alla bocca del vaso. In questa scanalatura o vaschetta si colloca dell'acqua che si cambia giornalmente e nella quale vanno a tufarsi gli orli ripiegati del coperchio di rame.

Si ritiene da molti che sia una chiusura abbastanza buona, ma non si impediscono con essa le esalazioni della fogna, per cui non si hanno dei risultati soddisfacenti; e ad onta della massima cura i gas mefitici invadono spesso le camere di abitazione, in particolare nei cambiamenti delle pressioni atmosferiche, cosicchè nelle moderne abitazioni civili non si adottano che ben di rado e laddove si curi soltanto l'economia della costruzione.

Per la quali cose in giornata si preferiscono gli otturatori *automatici,* ideati da Rogier-Mothes, specialmente nelle latrine pubbliche, quantunque con essi non si abbia una chiusura perfetta. Questi otturatori consistono in un vaso conico di ghisa smaltato nell'interno, al fondo del quale trovasi una valvola munita di contrapeso in bilico che obbliga la stessa valvola a chiudere la bocca inferiore del vaso. Scaricandosi in esso le materie, la valvola si apre, ma riprende ben tosto la sua posizione, in quantochè le materie sono obbligate a cadere nel tubo di scarico in causa della posizione quasi verticale che prende la valvola nell'aprirsi. Col mezzo di una piccola quantità d'acqua che si versa nel vaso, e che si depone nella valvola formata a vaschetta, rimane idraulicamente chiusa la bocca.

Anche siffatta disposizione ha i medesimi diffetti della *mezza inglese*, non avendo altro vantaggio che la chiusura automatica del vaso la quale per altro col tempo e coll'uso non si ottiene il movimento della valvola stessa e la chiusura non si effettua che imperfettamente e diventa perciò insoffribile l'apparato, quando non si provveda prontamente alle necessarie riforme e riparazioni.

Nella fig. 1 vedesi delineato altro fra i molti congegni di valvole automatiche che furono ideati per chiudere le bocche di scarico, nel quale il movimento della valvola si effettua mediante il peso della persona che usa della latrina. Dalla stessa figura si scorge che se si colloca un peso qualunque sulla tavola F G, che serve di predella, essa trovandosi mobile e girevole intorno al punto G, lo stesso peso farà abbassare il punto E in F e mediante l' asta F D e la leva D B, la valvola B C passerà dalla sua posizione verticale a quella inclinata B A, lasciando scoperto l'orificio inferiore del vaso. Questo apparato come qualunque altro dell' eguale natura è condannato per sè stesso, sia per la mancanza dell'acqua pel lavamento e pulimento, sia pei congegni introdotti che vanno soggetti a guastarsi facilmente e di una costruzione poco economica.

Una disposizione forse migliore delle precedente sarebbe quella del vaso a sifone denominato in inglese *siphontraps*, che consiste in un imbuto conico che

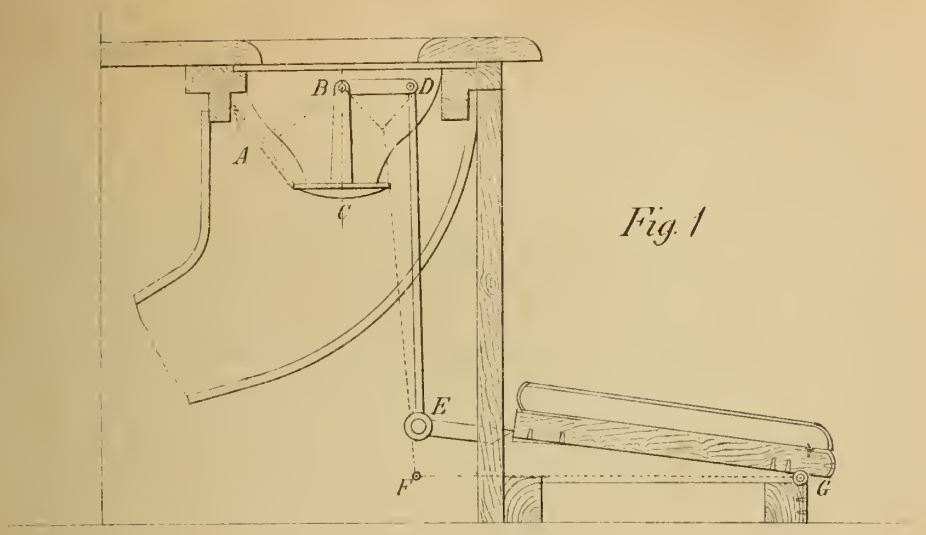


Fig. 1

termina inferiormente in una specie di collo ripiegato a sifone il quale è formato in guisa che riempito di un liquido esso va a chiudere la comunicazione tra il vaso ed il tubo di scarico.

Il sifone è un ottima disposizione ma esige l' uso dell' acqua senza di che le materie viscose si appiccicano alle pareti ed ostruiscono il condotto.

Quì però è da notare che qualora il sifone è corto, come sarebbe quello delineato nella fig. 2, le materie fecali si possono facilmente scaricare nel condotto verticale anche mediante una piccola quantità d'acqua. Ma ogni qualvolta per la necessità della costruzione si vuol allungare il sifone, onde raggiungere il condotto di scarico, le dejezioni si arrestano nel sifone stesso e si appiccicano alle

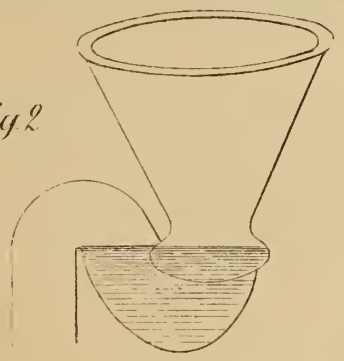


Fig. 2

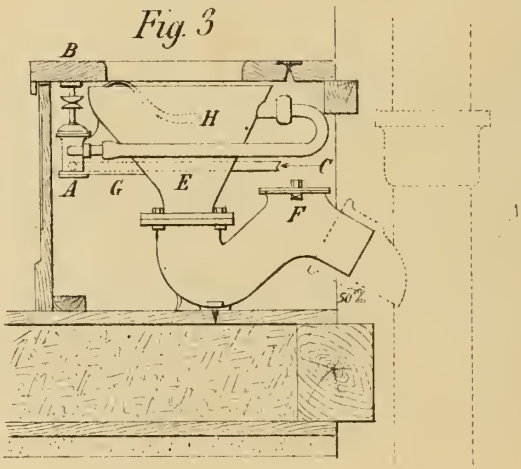
pareti in guisa tale da obbligare l'impiego di una grande quantità d' acqua per rimovere le matere e scaricarle. Laonde si va incontro ad un grave difetto che si deve assolutamente schivare. Ne abbiamo avuto una prova nel carcere cel-

lulare di Milano, ove inconsultamente si sono prescritti dei sifoni lunghi m. 0, 52, per le celle dei piani superiori, i quali hanno presentato l'accennato difetto (1).

Ma il sistema migliore per rendere inodore le latrine è quello dei vasi denominati *all'inglese* nei quali viene contemporaneamente impiegata l'acqua, sia per pulire il vaso in ciascun getto delle materie, sia per chiudere la comunicazione col tubo di scarico.

Questo apparato, che si chiama in inglese *water-closet*, consiste in un vaso a tronco di cono di porcellana o di terraglia, ma che il più spesso si costruisce di ghisa smaltato nell'interno, ove vi defluisce l'acqua sotto pressione, la quale mediante un movimento vorticoso ripulisce la superficie e si depone in parte in un tubo ricurvo o sifone che interclude interamente la comunicazione dello stesso vaso e del condotto di scarico. Si completa inoltre la chiusura col mezzo di una valvola situata inferiormente al vaso la quale si abbassa in virtù di una leva che serve contemporaneamente per far aprire il rubinetto d'uscita dell'acqua.

Di tali apparati ne esistono in commercio di diverse forme secondo le destinazioni differenti. Nella fig. 3 si dinota un water-closet, automatico le cui valvole sono mosse dalla pressione esercitata sul sedile, mediante la quale abbassandosi l'asta AB



si apre la valvola in E ed il robinetto d'uscita dell'acqua che entra col mezzo del tubo C, sia nel vaso in H sia al fondo di esso e nel sifone per il tubo A G. Trovasi in E la valvola di chiudimento ed in F un orificio, che serve per poter sgombrare il sifone volta che sia ostruito.

Con questo apparato si calcola il consumo dell'acqua da uno a 10 litri per volta.

(1) In un opera scientifica, che ci asteniamo dal nominare, si prese argomento da questo difetto e dal ripiego proposto di gettare con forza un secchio d'acqua nel vaso, onde fosse eliminato il deposito in mancanza dell'acqua sottopressione, per prendere in sarcasmo la proposta fatta, ciò che riesce una vera indecenza. Intendeva forse l'illustre scrittore che venisse proposto al governo di riformare una gran parte del carcere per togliere l'errore commesso nella compilazione del progetto? Non era abbastanza quello di accennare lo stesso errore senza aggiungervi l'ironia?

Tubo esalatore. — Per completare le latrine e renderle possibilmente inodore si costruisce un tubo verticale che si eleva dal pozzo nero sino al disopra del tetto. Esso è destinato a tradurre nell'atmosfera i gas mefitici i quali svolgendosi continuamente salirebbero pel tubo di scarico delle materie, e così andrebbero a viziare l'aria nelle abitazioni, come già si è detto.

Nella maggior parte dei casi peraltro questo tubo esalatore riesce di nessun effetto inquantoche non si provvede al richiamo dei gas mefitici per cui essi hanno tuttavia la facoltà di ascendere nel tubo di scarico e di invadere le camere d'alloggio.

Supponiamo infatti che l'atmosfera della cameretta si trovi in riposo; in tal caso si ha, che le emanazioni gasose che si svolgono dalle materie in fermentazione, aumenteranno la tensione dell'aria interna, la quale per mettersi in equilibrio ascenderà nel condotto di scarico ed effluirà nella cameretta col mezzo dell'apertura del vaso aperto momentaneamente o continuamente. Supponiamo ora che si apra la porta o la finestra della cameretta e che all'esterno vi sia dell'aria più calda, o maggiormente rarefatta di quella che si trova nel pozzo nero, in questo caso per ristabilire l'equilibrio l'aria del pozzo nero, e con essa i gas putridi verranno chiamati nella cameretta e di la si disperderanno nei singoli locali di alloggio. Succederà lo stesso fenomeno qualora la porta della cameretta sia mal difesa, e se comunica con camere le cui finestre si trovino chiuse esattamente ed ove sia richiamata dell'aria per l'aspirazione di un camino.

Da qui si scorge che per ovviare al disperdimento dei gas mefitici nelle camere di abitazione occorre che il tubo esalatore sia costrutto in modo di obbligare l'aria della cameretta a discendere pel tubo di scarico sino alla fossa, e di là che sia costretta l'aria stessa ad ascendere per il tubo esalatore in forza di un aspirazione energica.

Affinchè il tubo esalatore funzioni a dovere si rende necessario che d'esso abbia il diametro da m. 0, 17 a m. 0, 30, e che passi nei muri ove si trovino le canne da cammino, procurando così di riscaldare l'aria interna dello stesso tubo, circostanza che bene spesso non si può ottenere, oppure assai difficilmente.

Riasumendo adunque si ha che col sistema delle fosse fisse si va incontro ai seguenti inconvenienti, vale a dire:

1.° Che non si ottiene quasi mai che le pareti delle fosse siano impermeabili, ed in ogni caso l'impermeabilità non è durevole, motivo per cui i liquidi si disperdono nel terreno circostante, e per infiltrazione vanno ad inquinare le acque potabili (1).

2.° Che l'estrazione delle materie dalle fosse, ed il loro trasporto all'esterno delle città, quantunque sia eseguito colle botti chiuse e col sistema admosferico

(1) Pettenkoffer ha mostrato che nella città di Monaco venne estratto dai pozzi neri appena $^1/_{10}$ del materiale versatovi e gli altri $^9/_{10}$ passano nel sottosuolo; Reich e Pfeiffer calcolano da $^7/_{10}$ a $^5/_6$ le materie perdute per infiltramento. Anche il Prof. Gueneaux de Mussy, in una relazione letta alla Società di Medicina pubblica di Parigi, rigetta assolutamente il sistema dei pozzi neri proclamando che ormai non si dovrebbe più pensare. Le dejezioni vi si accumulano, vi stagnano e vi subiscono quella fermentazione putrida che le rende allettante sorgenti di grandi pericoli; poco giova il costruirle con pareti impermeabili o con tubi ventilatori, i quali alla loro volta possono diventare la causa di altri inconvenienti. I pozzi neri furono altresì condannati irremissibilmente nei Congressi d'Igiene di Milano nel 1881 e di Ginevra nel 1882, riconoscendosi in essi come il peggior sistema di fognatura.

ideato da Chapusot, ciò nullameno non viene interamente ovviato al disperdimento dei gas mefitici, i quali riescono sommamente incomodi. Ed è da notarsi che col sistema pneumatico le parti solide depositate sul fondo delle fosse non sono assorbite nella botte, cosicchè conviene di estrarle col mezzo degli operaj, le cui esalazioni morbose diventano intolerabili.

3.° Che collo spurgo dei pozzi neri mediante l'uso delle botti spesse volte esso è rallentato e ritardato dalla circostanza che i magazzeni di deposito e di smercio delle materie fecali trovansi rigurgitanti, per mancanza di acquirenti e diventano perciò incapaci a comprendere nuove materie di spurgo. Il deprezzamento poi di tali materie è cagionato dall' essere esse diluite da una grande quantità di acqua che vi si scarica, adottando gli apparati denominati all'inglese, il cui uso va generalmente estendendosi.

4.° Che le dejezioni raccolte nelle fosse sono sempre in decomposizione ed emettono continuamente dei gas mefitici, cioè acido solfidrico, ammoniaca, solfidrato di ammoniaca, butirato di ammoniaca, ecc. cosicchè i microbi che vi si sviluppano e vi pullulano vanno a costituire i germi di tutte le malattie infettive.

Questi gas ed i microbi si trasportano e penetrano nei nostri alloggi mediante i condotti delle latrine, malgrado tutte le precauzioni che si possono prendere (1).

In conseguenza di ciò non è da meravigliarsi se anche la Commissione, nominata nel 1886 dal Sindaco di Milano per lo studio del miglior sistema di fognatura, abbia pronunziata la condanna delle fosse fisse, siccome perniciose e di danno alla pubblica igiene, specialmente nelle grandi città.

Non è soltanto la Commissione di Milano ma altresì diverse Commissioni che si sono instituite a Napoli pel risanamento della città, e più particolarmente sui diversi sistemi che si potevano adottare per raccogliere e tradurre all' esterno le dejezioni e le acque lorde, le quali furono tutte unanimi nell'ammettere che si poteva discutère sui sistemi di conduttura, vale a dire se conveniva più la conduttura unica, od il sistema separatore, se si dovesse impiegare la forza pneumatica od altro mezzo, ma tutte le anzidette Commissioni, e i diversi ingegneri che vi interloquirono ebbero ad escludere i *pozzi neri*, in quantoche furono condannati dall'esperienza, dalla scienza e dalla civiltà.

Questo sistema si può per altro applicare nelle aperte campagne ed anche negli abitati minori, laddove la popolazione non è agglomerata ed ove si hanno i mezzi per eliminare interamente tutti gli accennati inconvenienti.

FOSSE MOBILI.

Vi furono alcuni igienisti che ritennero essere le fosse mobili, od i bottini, tutto ciò che teoricamente si poteva desiderare pel sollecito sgombro delle materie fecali, senza recare alcun incomodo e danno alla salute pubblica e non avere alcuna infiltrazione nel terreno; ma praticamente si trovò che la cosa era ben diversa, come vedremo qui di seguito.

(1) Anche il Durand-Claye ha osservato che i tubi di ventilazione bene spesso sono di danno anzichè di vantaggio. Allorquando la pressione atmosferica è debole, questi tubi servono a spandere nell'aria i gas infetti che i venti trasportano nei quartieri elevati; ed allorchè la pressione è forte gli stessi tubi fanno salire nei gabinetti delle latrine gli effluvi medesimi, siccome già venne accennato più sopra.

I recipienti mobili, o bottini, hanno diverse grandezze e sono costruiti con differenti materiali e di varie forme; vi sono delle botti in legname cerchiate di ferro ed havvene altre interamente di ferro oppure di rame. Generalmente esse hanno una capacità tale da comprendere le materie solide e liquide che si possono scaricare in 24 ore. In alcuni recipienti la parte liquida riesce separata dalle parti solide. In altri non vi è alcuna separazione.

Costruendosi i bottini in legname essi si distinguono in due classi, cioè in piccoli e grandi.

I bottini piccoli hanno la capacità da 60 a 75 litri, i grandi contengono da 100 a 125 litri, ma ve ne sono anche da 3 a 4 ettolitri. Coi piccoli bottini non è necessario che la cameretta in cui si collocano, abbia la capacità tale da poter entrare le persone: ma usando le grandi botti si richiede ossolutamente di avere una cameretta abbastanza grande affinchè si possono facilmente deporre e toglierle allorchè sono piene.

Queste botti sono costrutte con doghe di rovere cerchiate di ferro, ed aperte in uno dei fondi con un foro circolare del diametro di circa m. 0, 40. In questo foro va a finire l'estremità inferiore del tubo di scarico. Al momento del trasporto delle materie si chiude il foro con un disco di legname, le cui giunture sono stuccate con terra argillosa, assicurando lo stesso disco con una spranga di ferro inchiodata al fondo della botte, ma che si può muovere a cerniera (1).

Il sistema delle fosse mobili, nell'atto che offre gli eminenti vantaggi di non permettere la dispersione delle materie fecali a danno delle sorgenti d'acqua potabile, e di riuscire il loro trasporto facile, senza emanare esalazioni incomode e di isolare le materie fecali durante i contagi, hanno gli inconvenienti medesimi delle fosse stabili riguardo ai depositi delle materie fecali (2).

È ben vero che nell'uno o nell'altro caso queste materie si potrebbero impiegare nella formazione dei concimi artificiali, ma ciò implica in una nuova industria, la cui riuscita è sempre problematica.

Vi è di più nelle case abitate da molti inquilini le fosse mobili dovrebbero essere grandissime o quanto meno moltiplicarle, ed il cambio assai frequente per cui si avrebbero dei disturbi incalcolabili (3). Inoltre usando le botti esse non

(1) L'applicazione delle fosse mobili alle latrine, in luogo dei pozzi neri, si era in massima accettata anche dal Municipio di Milano fino dal 1862, ma non ebbe alcun favore dalla popolazione e quindi questo sistema non venne adottato da alcuno. — Ecco quanto si pescriveva a tale riguardo.

a) La capacità dei bottini non doveva assere minore di m. c. 0, 20 ne maggiore di m. c. 0, 30.

b) Le botti dovevano essere collocate nei sotterranei, sopra un suolo reso impermeabile, ed in un luogo ove non vi coli l'acqua.

c) L'accesso a questi sotterranei doveva essere tale da rendere facile l'estrazione ed il collocamento dei recipienti, praticandovi una bocca abbastanza larga, la quale però doveva essere chiusa con imposta di legno o di ferro.

d) Per ogni tubo di caduta si dovevano avere due botti, l'una delle quali rimaneva direttamente applicata allo stesso tubo, l'altra serviva per il cambio durante il tempo della vuotatura.

(2) È d'uopo di dover ammettere che in molte città gli inconvenienti accennati non sussistano e quindi possono tornare utili le fosse mobili, come ha osservato il Prof. Pagliani. Infatti egli dice esse vennero applicate in Inghilterra a Rochdale (abit. 70 000, Manchester che ha 40 mila case; Edimburgo che ha 14 319 case, Birmingham con 30 200 case, ecc. ecc. Ed in Germania Eidelberg, Gorlitz, Stuggard Norimberger, Gratz, ecc. ed in Olanda Grouingen. Ma tutte queste applicazioni non provano che sia il sistema migliore e che non si possano adottare degli altri espedienti più economici e più comodi, in particolare quando si può disporre di molt'acqua. Si sa del resto che la statistica si presta assai facilmente a sostenere le prove anche le più disparate.

(3) Ammesso per le dejezioni di un corpo umano siano mediamente di litri 2, 00 al giorno, come si ritiene comunemente, si avrebbe che in una casa abitata da 40 persone il volume giornaliero della feccia sarebbe di litri 80. Laonde una botte non potrebbe servire che per circa due giorni, senza calcolare l'acqua che si impiega nella lavatura dei vasi e quella che per avventura pervenisse dalle latrine all'inglese, nel qual caso questa botte non potrebbe servire che per una sola giornata al più.

potrebbero servire per raccogliere anche le acque lorde delle cucine, per le quali si dovrebbe provvedere in modo diverso e con una fognatura speciale, come si è praticato a Firenze ed in alcuni quartieri di Parigi, ma in tal caso sotto le viste economiche e finanziarie sarebbe un provvedimento da non accettarsi.

A Firenze col nuovo progetto di fognatura in via di esecuzione, si propone di versare tutto negli acquedotti, meno le dejezioni solide per le quali si intende di conservare i bottini o le fogne mobili separatrici, onde non inquinare maggiormente le acque dell'Arno. Se non che questo fiume non avendo che la pendenza dal 0,03 al 0,08 per mille, nel tratto interno di Firenze, si formeranno indubbiamente dei depositi, in conseguenza di che si pensò di intraprendere dei nuovi studi per impiegare tali acque nell'irrigazione dei terreni inferiormente alle Cascine. Sembra che da siffatta applicazione siansi riconosciuti dei vantaggi, in quanto che nel 1875 la superficie dei terreni irrigati con acque di fogna si limitò a 3 ettari, indi si accrebbe ad 8 ettari e da ultimo fu portata a 15 Ett.

Valutate tutte le accennate circostanze si deve conchiudere che il sistema delle fosse mobili non può essere applicato nelle grandi città e tutt'al più lo si potrebbe adottare nelle borgate e nelle piccole città, ove il terreno sia di natura tale da non permettere l'aprimento delle fosse stabili, le quali a nostro avviso si ritengono in generale più economiche (1).

Possono altresì convenire in alcuni stabilimenti come ebbe luogo nel nuovo Ricovero di Varese (prov. di Como) nel quale furono applicate le fogne mobili a somiglianza di quanto si era praticato dal Prof. Luigi Pagliani nell'istituto dei ciechi in Torino, coll'introdurre però alcune modificazioni che qui faremo conoscere.

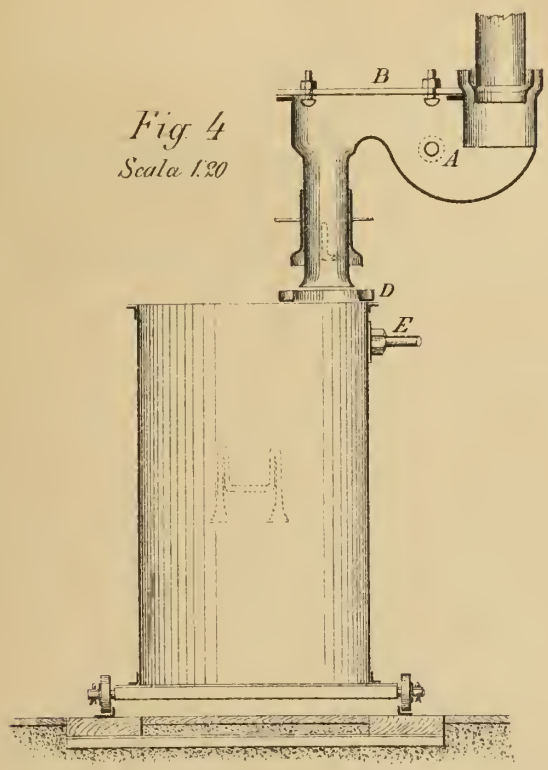
Le botti del ricovero di Varese sono cilindriche di lamiera di ferro del diametro di m, 0,60 e dell'altezza di m. 1,00, cosicchè la capacità di ciascuna è di litri 250 (Vedi la fig. 4). Esse sono munite da due maniglie per sollevarle e trasportarle. Vi è un tubetto in E, che serve ad avvisare quando è pieno il bottino e per conservare la pressione interna dell'aria eguale a quell'esterna. All'estremità inferiore del tubo di scarico delle materie, vi è una chiusura a sifone in A, che impedisce alle esalazioni del bottino di ascendere pel tubo di

(1) Una commissione nominata nel 1860 dalla Giunta Municipale di Milano per lo studio dei mezzi per far cessare l'incomodo dello spurgo dei pozzi neri coi vecchi sistemi, addivenne ad un risultato diverso da quello che abbiamo noi esposto, ritenendo che le fogne mobili fossero più economiche delle fogne fisse. Ma la Commissione non metteva a calcolo i gravi disturbi e gli inconvenienti che derivano dal trasporto delle botti e del loro cambio; non calcolava che sopra un piccolo numero di persone per ogni casa; non si occupava della grande quantità di acqua proveniente dalle latrine all'inglese; restringeva fuor di misura quella abbisognevole per la lavatura dei vasi. Rettificate quelle calcolazioni in modo razionale ne emerge indubbiamente che i bottini non sono punto economici.

Nel Giornale d'igiene del 1882 trovasi che il Prof. Gueneau De Mussy, parlando delle fosse mobili dice, che è necessario, perchè non riescano nocive e pericolose, avere a disposizione una grande quantità d'acqua; e conchiude col dichiarare che nei paesi dove non è bene regolata la distribuzione delle acque il miglior sistema è quello delle fosse mobili; quando invece l'acqua è abbondante, ogni altro sistema deve essere abbandonato, di fronte a quel o diretto dello scarico nelle fogne. Egli riassume il suo pensiero in questa formola. Le dejezioni non soggiorneranno nelle case e ne esciranno nel tempo il più breve. E questo, secondo Trelat, è la condanna delle fosse sotto le case.

scarico. Ma non si comprende in qual modo questo sifone sia alimentato dall'acqua che dovrebbe servire per avere la chiusura idraulica.

Il sifone è chiuso superiormente da una piastra B assicurata con chiavarde, che si può togliere facilmente per pulire il sifone. Allo stesso scopo del pulimento, serve il foro A munito da un tubetto.



Il ramo verticale del sifone, che termina nella parte superiore del bottino, è munito da un appendice mobile la quale consiste in un tubo che si abbassa nell'apertura circolare del bottino e permette così di rendere idraulica la chiusura del foro.

Servendo questo bottino per trenta persone è d'uopo di cambiarlo due volte alla settimana. Il suo costo è di L. 160, escluso il sifone che vale L. 55.

Il sollevamento del bottino, dal luogo del deposito, si effettua col mezzo di una carrucola differenziale della portata di 400 Chilogrammi.

Benchè la costruzione di questo bottino sia ingegnosa, ciò non toglie di avere tutti i difetti del sistema, per cui non si potrebbe applicare se non che in circostanze eccezionali.

Dopo tutto questo non è punto da stupirsi se le diverse Commissioni che furono da ultimo incaricate in Italia per la scelta del sistema migliore da adottarsi nella fognatura delle città siansi tutte dichiarate ostili alle fogne mobili, quella di Torino poi ha soggiunto che fra le altre cose esso presenta i seguenti inconvenienti cioè:

1.° Che per quanta cura si usi non è possibile di ottenere la perfetta chiusura ermetica dell'apertura nel tino, comunicante colla tromba delle latrine, e vi è la grande facilità di uscire i gas mefitici dai minori spiragli. Questa dispersione di miasmi ha luogo indubbiamente nell' istante che si sostituisce un nuovo tino a quello pieno.

2.° Che sul principio dell' applicazione di siffatti congegni, quando tutto è nuovo e bene costruito, ogni parte dell'apparecchio funziona a dovere, ma coll'uso ogni cosa si logora e le materie escono dalle botti, si spandono sul suolo e sui carri e si ha un fetore insoportabile.

3.° Che riesce facile l'ingorgo delle canne delle latrine, ed altresì frequente, e che si risparmia l'acqua per non colmare troppo presto la fogna.

In tal caso la guerra all'acqua non è un errore, ma una colpa sotto le viste igieniche.

4.° Che con questo sistema non si sopprimono le vasche ma vengono soltanto spostate.

Sistemi divisori.

Il concetto di separare le materie solide delle dejezioni dalla parte liquida, sembra motivato dal bisogno di rendere più facile il deflusso ed il trasporto di tali materie, sia col mezzo di una conduttura, sia colle fogne mobili. Seguendo un tale concetto furono ideati molti sistemi, fra loro assai diversi, per ottenere la separazione delle sostanze.

Nella Conferenza di Monaco del 1868 la Direzione della ferrovia dell'Annover faceva conoscere che si poteva ottenere assai facilmente questa separazione col mezzo di due fosse situate a livelli diversi. Nella prima si raccolgono tutte le materie escrementizie, ove si arrestano quelle solide, mentre nella seconda passano le sostanze liquide mediante un graticcio di ferro, il quale divide la prima dalla seconda fossa. Successivamente la parte liquida può assai facilmente essere trasportata da una corrente d'acqua, oppure estratta col mezzo di pompe. Rimane la parte solida che a lunghi intervalli si estrae coi mezzi ordinarj. Ma come si vede con questo sistema si hanno ben pochi vantaggi, cosicchè non sembra che abbia ottenuto molte applicazioni.

Assai migliore è il sistema della così detta *fossa Mouras* dal nome del suo inventore.

Questa fossa consiste in una botte mobile impermeabile, la quale non ha alcuna comunicazione coll' aria esterna e che si mantiene continuamente piena d'acqua. In essa viene immerso il tubo di scarico. Questo tubo è disposto in modo che ad ogni dejezione che cade nella fossa, esce dal tubo stesso un volume equivalente di liquido. In tal maniera le materie escrementizie si trovano sempre nell' acqua ed in essa diluita, per cui non si ottiene che un liquido leggermente colorato e che non tramanda che pochissimo odore nauseante.

Praticamente però le previsioni dell' inventore non si ottenevano completamente, cosicchè egli medesimo vi introdusse un macchinismo per spappolare le materie solide.

La Commissione nominata dalla giunta Municipale di Torino per lo studio delle fognature, fra gli altri sistemi visitò altresì in Parigi le fosse Mouras che esistevano presso i sig. Barbas i quali erano i rappresentanti dell'inventore. In seguito ad una tale ispezione, e dopo di aver ottenute tutte le informazioni sopra questo sistema, la stessa Commissione si pronunciò nei seguenti termini.

« I. Per un tempo assai lungo, sopratutto se la casa è abbastanza munita » di acqua, nella fossa Mouras le materie si diluiscono e come tali sembrerebbe » che possono più facilmente scorrere entro una canalizzazione ».

» II. Non resta però escluso il bisogno di spurgo ordinario della fogna, quan- » tunque presumibilmente a periodi remoti ».

» III. È necessaria ad ogni modo una canalizzazione per accogliere la parte » liquida ».

» IV. Le materie al contatto dell'aria sviluppano d'un tratto la loro putre- » fazione latente, per cui non potrebbero più bastare le cautele ordinarie delle » emanazioni infette, ed occorrerebbero delle disposizioni speciali per impedire » le espansioni, il che come si sa nella pratica è quasi impossibile ».

» V. Resta il danno dell' accumulamento di materie putrescibili presso la » casa; e la possibilità di inconvenienti, massime in una vasta città, per l'even- » tuale trascuranza nel modo di costrurle ovvero di tener quelle fosse ».

Il sistema separatore si adottò a Parigi in una grande scala come vedremo più innanzi, ma esso non fu che altro dei provvedimenti presi onde diminuire in qualche modo i danni dipendenti dall'immettere le materie solide nei condotti sotteranei.

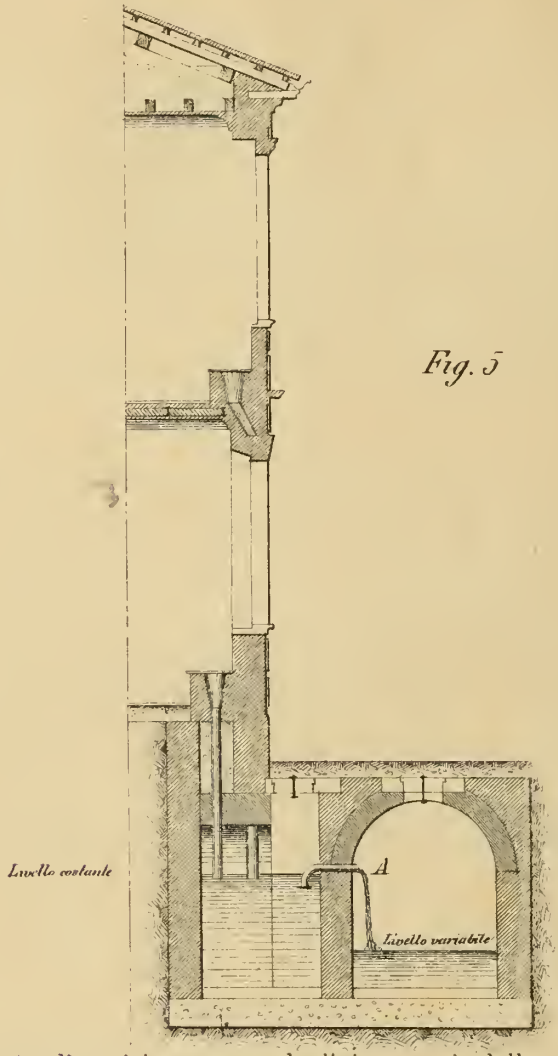
In Italia il sistema Mouras ebbe qualche favore dagli ingegneri della Società per le strade ferrate meridionali, i quali l'applicarono con qualche modificazione, in parecchi fabbricati delle stesse ferrovie.

Quantunque l'esperienza fatta non sia tuttavia bastante per dare un sicuro giudizio sull'esito che se ne potrà ottenere, tuttavia gli stessi ingegneri prevedono di conseguire dei risultati soddisfacenti.

Le modificazioni introdotte dagli ingegneri della rete delle ferrovie meridionali consistettero: nella costruzione di due fogne a chiusura idraulica, come dalla fig. 5, intonacate internamente con cemento idraulico in modo da renderle impermeabili. Nell'una di tali fogne vi si immettono le materie escrementizie provenienti dalle latrine, e nell'altra vi si scaricano mano mano le acque nella stessa misura della immissione.

Nella prima fogna il livello delle acque dev'essere costante, per impedire che le esalazioni salgono nelle camere di abitazione. È poichè anche le materie scaricate nei tubi vanno necessariamante ad imbrattare la superficie interna, così per ovviare agli incomodi derivanti dalle loro emanazioni mefitiche, si applicano ai sedili delle latrine dei vasi con valvole automatiche di cui abbiamo fatto parola più sopra.

La seconda fogna, nella quale il livello dell' acqua è variabile, si può anche sopprimere, ogni qualvolta si abbia un canale con acqua perenne ove scaricare quelle provenienti dal tubo A, nelle quali trovansi diluite le materie fecali.



Anche questa disposizione presa dagli ingegneri della rete ferroviaria meridionale, seguendo il sistema Mouras, nel mentre può soddisfare per qualche edificio isolato, oppure quando vi concorrano circostanze speciali, non si può estendere alle città, più o meno grandi, per ottenere un servizio lodevole nello scarico e nel trasporto delle materie fecali.

Latrine a cenere ed a terre secche.

Le latrine a cenere ed a terre secche poggiano sulla facoltà grandissima che hanno queste materie di assorbire i liquidi e le esalazioni delle feccie in modo speciale. Dall'esperienza si ha che se si gettano 700 grammi di terra secca sopra

una dejezione, questa terra elimina le esalazioni ed assorbe circa sei litri di orine. Le dejezioni però devono essere fresche. Il miscuglio non manda odore per qualche mese, ed in seguito si può formare con esso un micusglio molto adattato per gli emendamenti agricoli.

Questa specie di latrina non conviene alle città, e quindi non venne in esse giammai ne proposta ne applicata, ma può servire soltanto nei vilaggi e nelle campagne. Ci dispensiamo perciò di entrare nei particolari di costruzione e di uso, trattandosi di un argomento che non ci riguarda (1).

Sistema di disinfezione.

Il miglior mezzo di disinfezione delle materie fecali, ed anche delle latrine, per eliminare tutte le esalazioni deleterie, sarebbe quello di impedirne la putrefazione o di fissare i gas deleteri. A questo fine si hanno due qualità di disinfettanti, cioè per assorbimento e per reazione chimica. Il principio dei disinfettanti, vale a dire per assorbimento e per reazione chimica, si è quello di togliere l'acqua necessaria alla fermentazione. Servono a questo scopo l'argilla, la terra vegetale, la marna, la torba, ecc.

Come ognun vede coll'impiegare tali materie si dovrebbe avere una fossa grandissima, per comprenderle; ed in seguito il loro trasporto riuscirebbe troppo costoso e quindi non è un sistema ne pratico ne economico.

Per la disinfezione chimica vi sono diverse sostanze le quali tornano più o meno costose e che danno dei differenti risultati. Dal seguente specchietto di Erismann emerge il vantaggio dei princiali disinfettanti

Da un metro cubico di contenuto in un pozzo nero	Emanazioni in grammi in 24 ore				
	Acido carbonico	Ammoniaca	Solfuro di idrogeno	Gas delle paludi	Assorbimento d'ossigeno
Non disinfettato. . . .	619	113	2	415	769
Disinfettato con sublimato corrosivo	190	—	—	109	117
Disinfettato, con solfato di ferro.	388	—	—	152	337
Disinfettato, con acido solforico diluito . . .	469	—	—	116	155
Disinfettato, con terra. .	826	38	—	148	903
» con carbone vegetale	944	109	—	191	899

(1) Coloro che amassero di avere delle notizie concrete intorno a siffatto sistema di latrine, possono ricorrere all'opera dell'Ingegnere *Donato Spataro* sotto il titolo *Igiene delle abitazioni.*

Come si vede da questo specchietto il miglior disinfettante sarebbe il sublimato corrosivo, ma per il suo costo elevato esso non si può applicare e viene invece adottato il solfato di ferro, il quale è molto più economico.

La disinfezione chimica col solfato di ferro, o con altre sostanze, è un provvedimento quasi sempre adottato allorchè si è invasi dalle malattie contagiose, ma non può essere una misura da adottarsi in via costante per l'igiene della città.

Infatti l'esperienza ha dimostrato che qualunque siano i metodi più perfetti che si impieghino per ottenere la disinfezione nullameno non si ottengono dei buoni risultati se non allorquando la miscela disinfettante non la si lascia al contatto delle materie fecali per un tempo abbastanza lungo, cosicchè se vi è diffetto di un opportuno rimestamento le reazioni chimiche non si possono integralmente effettuarsi.

D'altra parte il processo della disinfezione non è punto comodo, ne economico, in quanto che le materie escrementizie devono non pertanto essere trasportate all'esterno incontrandosi così dei disturbi e delle spese pressochè conformi al trasporto delle materie non disinfettate. In seguito agli esperimenti fatti in alcune città si è inoltre constatato che qualunque disinfezione riesce troppo costosa e bene spesso non si hanno dei risultati soddisfacenti. Non è quindi un sistema da seguirsi se non che in casi particolari e nei tempi di contagio (1). In quanto alla disinfezione delle acque la commissione Municipale di Torino, di cui abbiamo fatto parola più sopra, ha soggiunto che « nessuno dei disinfettanti « fino ad ora conosciuti riesce a depurare le acque per modo che non abbiano « più ad entrare in putrefazione, d'ordinario danno una chiarificazione, apparente « e sopprimono per qualche tempo l'odore, ma se quelle acque non sono im- « mediatamente ossidate, i germi della putrefazione non distrutti riprendono ben » tosto la loro azione ».

Sistemi pneumatici.

Sistema Liernur. — In luogo delle fosse fisse e delle condutture ordinarie il Capitano Olandese Carlo Liernur trovò di sostituire un nuovo processo, mediante il quale si riuniscono tutti gli escrementi di un quartiere in una sol fossa, dalla quale di poi vengono estratte ad epoche determinate e trasportate all'esterno col mezzo delle botti pneumatiche. In massima il sistema pneumatico

(1) Oltre alle gravi accuse che si sono sollevate intorno al processo della disinfezione vi è pure quella agricola sulla trasformazione dei sali volatili di ammoniaca e solfidrica in sali fissi, per la quale si rendesse inattivo e non assimilabile dalle piante l'acido fosforico ed il fosfato di ferro. Ma in seguito alle esperienze instituite da molti chimici ed agronomi si trovò che quest'ultima accusa non sussisteva.

Abbiamo detto più sopra che il sistema della disinfezione non è punto economico imperocchè per ottenere un buon risultato vi occorre la spesa di circa L. 0,80 all'anno per persona. Ora per la città di Milano, attualmente di 350 000 abitanti, la spesa annua per la disinfettazione delle materie fecali salirebbe a L. 280 000.

del Liernur sarebbe una variante dei pozzi neri, il quale fu suggerito per eliminare in parte i molti difetti che essi presentano.

Daremo quì un'idea di questo sistema servendoci delle notizie che si sono fornite dagli ingegneri Bruno, Malherbe e Fichera (1).

Con questo sistema si devono costruire dei condotti e dei grandi recipienti sotto il suolo stradale. I condotti vanno distinti in *privati, principali e centrali.* L'esperienza ha dimostrato che per tutti questi condotti basta il diametro di m. 0,127.

I tubi privati servono a mettere in comunicazione il tubo di caduta delle latrine coi condotti principali sottostanti al suolo stradale, i quali conducono le materie fecali ai *recipienti.*

I tubi centrali sono destinati a tradurre le dejezioni dei recipienti ad un grande *serbatojo* posto all'esterno dell'abitato.

Nel sistema Liernur non si raccolgono che le materie fecali e sono perciò escluse le acque lorde e quelle meteoriche.

I tubi centrali sono muniti da valvole, tanto al loro sbocco nel serbatojo quanto alla imboccatura nei recipienti. Come del pari si trovano delle valvole all'incontro dei tubi principali con quelli privati.

Le valvole d'innesto coi tubi privati non servono che in casi eccezionali, vale a dire quando si vuol accrescere la forza aspirante in taluno dei tubi privati, oppure quando si intende di interrompere la comunicazione con uno di essi per far luogo a delle riparazioni.

Ora chiudendo le valvole dei tubi principali al loro sbocco nei recipienti, ed aprendo quelle dei tubi centrali, si potrà fare il vuoto contemporaneamente tanto nel serbatojo, quanto in uno o più recipienti. Abbiamo detto erroneamente di eseguire il vuoto, mentre non si fa che un rarefamento dell'aria di un terzo o di un quarto, ma non già un vuoto assoluto.

Quando si aprono le accennate valvole e si chiudano quelle rimaste aperte ne deriva che le materie accumulate nei tubi privati sono aspirate dai recipienti.

Per ottenere siffatta aspirazione è necessario: 1.° che le materie accumulate chiudano ermeticamente la sezione del tubo. A tal fine servono due sifoni, uno dei quali trovasi al disotto del sedile della latrina, l'altro alla base del tubo di caduta all'incontro dei tubi privati; 2.° le materie fecali devono scorrere chiudendo sempre ermeticamente il tubo affinchè non si perda la rarefazione. Si ottiene una tal condizione col disporre le tubature di qualunque specie con salti e contropendenze, le quali nel loro insieme costituiscono una serie di sifoni ed eziandio col piegare i tubi in forma di sifone ai loro sbocchi nei recipienti e nel serbatojo; 3.° Vi deve sempre essere un eccesso di pressione affinchè le materie possano scorrere. Ora le materie in moto si trovono da una parte in contatto colle pareti dei recipienti o dai serbatoj, dall'altra colla superficie dei tubi, in quest'ultima parte bisogna sempre conservare l'eccesso di pressione affinchè possa agire la pressione atmosferica che produce il movimento.

(1) Oltre alle accennate opere il sistema Liernur venne descritto e commentato dal Prof. Pacchiotti nella sua Relazione sulla Fognatura di Torino.

Per altro si deve notare che nella fognatura di Amsterdam non vi è il grande serbatojo all'esterno della città, ma invece havvi una macchina la quale viene trasportata sui singoli recipienti costrutti sotterraneamente nelle piazze o nei crocicchi delle strade e colà ne effettua il vuoto, o quanto meno la rarefazione dell'aria.

Si comprende assai facilmente che tanto i condotti, quanto i recipienti devono essere impermeabili affinchè si possa eseguire la rarefazione dell'aria nella misura necessaria al movimento delle materie, cosicchè per ottenere siffatta condizione è d'uopo di costruire tali apparati in ghisa od in ferro.

Il sistema Liernur venne dapprima applicato a Leida, in sostituzione delle latrine ordinarie, indi ad Amsterdam ed a Dordrecht ed in poche altre città olandesi.

Per spiegare il motivo della preferenza in Olanda del sistema Liernur, il Durand-Claye ha fatto osservare che Amsterdam è solcata da un numero considerevole di canali interni; in questi si versano direttamente le latrine; da ciò deriva spesso un infezione facile a comprendersi e che richiama quello dei canali di Venezia. In queste condizioni, tutte speciali, in una città dove la più piccola costruzione va a poggiare sopra centinaja di palafitti, è cosa forse straordinaria che si sieno cercati sistemi particolari? E tuttavia le speranze che aveva fatto concepire l'applicazione del sistema tubulare in una città dove *non vi sono nè vi possono essere cloache del tipo ordinario*, sono molto lontane di essere realizzate « l'Ingegnere Van Nifvicht di Amsterdam mandò a Durand-Claye il suo rapporto ufficiale del 1880 dal quale si ha: » che il numero degli ingorghi nelle latrine e nei condotti di scarico furono 454; di questi 520 si sono spurgati per conto dei privati e 35 a spese della città. Per una città di 24 mila abitanti è d'uopo spendere lire 86750 all'anno, cioè lire 4 per persona. Da qui si vede che siffatto sistema non è per nulla economico.

Questo sistema fu esaminato altresì dal Babut du Mares, il quale trovò di dichiarare:

« Che il valore di esso è troppo debole in causa degli inconvenienti che presenta. Ad Amsterdam dopo 11 anni di esercizio non funziona che per quel ventesimo di popolazione per cui fu piantato. A Leida per un trentesimo, stante le forti spese di impianto. A Dordrecht solamente le case dei poveri sono servite dal sistema Liernur, per ovviare l'intervento delle acque lorde. In questa città avvenne nel 1878 una fuga che sospese il servizio per sei settimane, e non fu riparata che dopo ricerche ardue e costose. All'esposizione universale di Vienna fu messo in esperimento questo sistema, ed il Grimburg, direttore delle opere meccaniche della mostra, ne rimase soddisfatto. Sono queste le sole prove generalmente note del sistema ».

A Napoli si caldeggiò per qualche istante il sistema Liernur, ma venne ben tosto abbandonato per preferire gli altri sistemi più pratici e più convenienti, sia dal lato della primitiva costruzione sia per la manutenzione successiva.

Infatti oltre alla costruzione costosa a cui si va incontro con siffatto sistema di fognatura, dovendo impiegarsi esclusivamente il metallo per rendere perfetta-

mente stagnati i condotti ed i recipienti; oltre alla provvista di macchine potenti per ottenere il vuoto, la successiva manutenzione diventa involuta difficile e costosa, cosicchè non si può a meno di doverla escludere.

Malgrado tutto questo l'ingegnere Berlier trovò di esperimentarlo a Parigi ed a Lione coll'introdurre però alcune modificazioni. Fra queste vi sarebbe che il vuoto fu praticato non già per l'intera rete di un quartiere, ma bensì per ciascuna casa. Inoltre furono assorbite anche le dejezioni liquide, oppure diluite; ma esso non ha trovato conveniente di ammettere le acque lorde delle cucine per le quali sarebbe d'uopo di avere un'altra conduttura. Insomma si avrebbe un servizio molto imperfetto, per cui il sistema non si potrebbe applicare che in determinate circostanze e sotto certe condizioni di località.

Il Fichera dopo di avere preso in esame il sistema Liernur passa ad indicare le difficoltà che si presentano nella sua applicazione, quali sono:

a) Se si applica alla raccolta delle sole dejezioni solide e liquide per rendere meno dispendioso l'esercizio ci vorrà una rete tubolare per le acque di rifiuto, ed una di acquedotti per le piovane; ove queste e quelle si riuniscono negli acquedotti, bisognerà impiantare, oltre il sistema Liernur, la circolazione continua. In questo caso allora è evidente la inferiorità del sistema Liernur perchè le dejezioni si potrebbero versare dove si versano le acque di rifiuto;

b) Nel caso del versamento delle sole dejezioni, l'impiego all'agricoltura dei prodotti aspirati non potrà farsi direttamente colla irrigazione e bisognerà quindi ricorrere a preparazioni costose;

c) E per rendere meno dispendioso l'impianto, se si adottano i tubi di terra cotta invece di quelli di ghisa, saranno più probabili le fughe e le rotture;

d) Se si ammettono le acque di rifiuto nelle tubulature di Liernur si accresceranno immensamente le spese di esercizio come pei pozzi neri vuotati pneumaticamente, ma in questo caso si potrà fare l'irrigazione.

e) Probabilità di interruzione nel servizio in causa delle valvole dei sifoni, delle fughe ecc.

f) La tubulazione non è giammai percorsa da acqua pura; la parsimonia di acqua può condurre all'aderenza delle dejezioni nelle vaschette e nei tubi privati; da qui gas putridi che possono attraversare lo strato leggiero di acqua del sifone alla base dell'imbuto del sedile.

g) Finalmente è difficile di constatare le fughe (1).

A tutti questi difetti si deve aggiungere che i sistemi pneumatici con tutte le loro modificazioni non riusciranno giammai a fornire degli apparati veramente igienici inquantoche non intervenendo l'acqua nella lavatura dei condotti, la viscosità delle materie, che necessariamente aderiscono alle pareti, sarà sempre un fomite di esalazioni morbose, e conseguentemente non si potrà raggiungere lo scopo a cui dovrebbero essere dirette le fognature igieniche.

(1) FICHERA. — Risanamento delle città.

Sistemi waring e shone (1).

Carattere comune dei due sistemi. I sistemi Waring e Shone, per lo scarico delle acque di fogne e delle immondizie delle città, hanno un carattere comune. Essi consistono nei sistemi separatori destinati a raccogliere le acque delle case e le materie delle latrine, ed escludono le pluviali, le quali scorrono o nelle cunette delle strade od in una rete speciale di condotti.

Sistema Shone. — Siffatto sistema consiste in una serie di serbatoj che funzionano automaticamente col mezzo dell'aria compressa, defluendo le acque raccolte in una canalizzazione metallica. Alcuni anni sono a Parigi si sono instituite delle esperienze sull' evacuatore Shone che funzionò convenientemente; ma l' ingegnere A. Durand-Claye, dalla cui memoria ricaviamo le seguenti notizie, trovò di dichiarare che non avendo esaminato il collocamento pratico del sistema egli si asteneva dal fare alcuna osservazione a tale riguardo.

All'infuori delle obiezioni generali, che verranno qui di seguito svolte sul sistema separatore, si nota che quello ideato dal Shone, quantunque ingegnoso, non sembra corrispondere ad un sistema nazionale pratico pel risanamento delle città, imperciocchè non è d'uopo di avere dei macchinismi negli apparati generali dell'evacuazione delle immondizie, le opere in tal caso devono essere le più semplici, facili a costruirsi e poterle visitare in qualunque tempo. Lo sgombro delle materie lorde da una città non deve giammai essere sospeso; e ne deriverebbero dei gravi inconvenienti qualora si dovesse interrompere il funzionamento in causa di un tubo che si rompe o che si ingombri. Per conseguenza il Durand-Claye ritiene che, salvo i casi del tutto speciali, non sia conveniente di fermarsi sopra questi sistemi basati, come quello del Shon, sugli apparati meccanici.

Sistema Waring, — Il sistema Waring non è colpito da questa critica. Esso è semplice e comprende soltanto dei tubi di gres verniciati, coi giunti stagnati in malta od in cemento, e dei condotti di ventilazione con dei serbatoi di custodia. Non è quindi un sistema nuovo. Anteriormente ai lavori eseguiti dal Colonello Waring pel risanamento di Menfi, si erano di già costrutte agli Stati Uniti delle canalizzazioni in gres. Inoltre si trova un gran numero di tipi con serbatoj di custodia ideati da diversi ingegneri, conformi a quello stato adottato dal Waring. Fra gli altri vi è quello eseguito da Rogiers Field di Londra, il quale dopo molti anni si applicò in gran numero in Inghilterra.

Del resto il Waring ha descritto esso medesimo il suo sistema in una riunione di Nashville tenuta dalla Società americana d' igiene pubblica, e nel quale si trovano stabilite le seguenti massime:

1.° Per la costruzione delle fognature, impiegare dei condotti di piccolo diametro, destinati unicamente allo scarico delle acque lorde e delle materie fecali, escludendo le acque di pioggia.

(1) Questo esame venne ricavato dal rapporto dell' Ing. Alfredo Durand-Claye presentato al Congresso nternazionale d' Igiene a Vienna.

2.° La ventilazione della fognatura e delle sue diramazioni nelle case dei privati si deve ottenere con un gran numero di prese d'aria e di cammini che si elevino al disopra dei tetti.

5.° La comunicazione diretta di ciascuna diramazione particolare colla fognatura, si deve avere senza l'interruzione di alcun diafragma ne chiusura idraulica.

4.° Va eseguita la lavatura giornaliera della fognatura col mezzo dell'acqua raccolta nei serbatoj collocati all'origine nella parte più elevata dei condotti, che vi si spinge con forza.

Fognatura di Memfis. — Seguendo tali principi venne costrutta la fognatura di Memfis. Questa città popolata di 40 000 abitanti fu crudelmente invasa da epidemie, in alcuna delle quali, come quella della febbre gialla del 1878, vi perì $^1/_{10}$ della popolazione — La rete della fognatura non esisteva oppure in una misura insignificante. Vi era tutto da fare e bisognava far presto. Si trattava nientemeno di abbandonare la città e spianarla. Il colonello Waring, coi suoi piccoli condotti, ha potuto sostituire rapidamente qualche cosa di ammissibile, là dove vi era nulla. Il Mississipi accolse adunque la proposta, potendo le acque pluviali continuare a defluire nei canali stradali oppure in qualche cattiva fognatura, in quanto che trattavasi di una città di quarto o quinto ordine. In conseguenza si costruì un condotto collettore in ghisa del diametro di m. 0, 50 ed in esso si fece terminare la canalizzazione in gres del diametro di m. 0, 15 e per una porzione (m. 900) del diametro di m. 0, 20. Il complesso della canalizzazione risultò della lunghezza di 68 chilometri.

Le diramazioni dei particolari hanno il diametro di m. 0, 10. I raccordamenti delle diramazioni coi condotti, ovvero dei condotti fra loro, si fecero tangenzialmente col mezzo di tubi conici. Le pendenze sono generalmente molto forti cioè il 5 per mille ; esse discendono all' 1, 70 per mille nei collettori. La ventilazione venne stabilita con 7000 diramazioni particolari e con un determinato numero di sbocchi, che servono contemporaneamente per visitarli e per ventilatori speciali, situati alle estremità dei condotti. Vi sono 180 serbatoj di scarico, del sistema Fields, della capacità di m. c. 0, 500 che sono ripartiti lungo la canalizzazione a delle distanze medie di circa metri 375. La spesa risultò di lire 1 150 000 ossia di circa L. 15, 50 al metro corrente.

Il Waring, ed i suoi rappresentanti assicurano che il sistema ha dato dei buoni risultati. Per altro nei primi anni si sono verificati alcuni ingorghi, 21 circa all'anno, ma sembra che tali ingorghi siano stati eliminati assai facilmente col mezzo di alcuni lavori di scavo e di rifacimento dei giunti i quali non hanno costato che la spesa di L. 45 per ostruzione.

Alcune città dell'America, di un importanza secondaria come sono Omalia, Keew, Norfolk e Pulmann hanno intrapresa la canalizzazione col sistema di Menfis ed altre procedettero a degli esperimenti parziali.

Esperimento del Sistema Waring a Parigi. — A Parigi venne egualmente eseguito un esperimento, ma nelle condizioni del tutto speciali. Tale esperimento si effettuò nella strada Vieille-du-Temple usando della sua fognatura. La lunghezza totale della rete fu di 725 metri. Il diametro dei condotti erano di m. 0, 152 e le pendenze variavano dal 3 per mille e dell'1, 97.

A tutti gli incontri colla fognatura pubblica venne collocato un sifone rovesciato con altro sifone superiore per la ventilazione, il quale comunicava coi due rami nell'atmosfera. Si costrussero 7 bacini di custodia del sistema Fields, della capacità da metri cubi 0, 425 a m. c. 0, 700, situati in diversi punti, oltre ai piccoli serbatoj delle latrine; essi consumarono circa metri cubici 16 al giorno La canalizzazione non serviva per le case private, ma soltanto per due scuole di 1700 fanciulli, che vi dimoravano la mattina e dopo mezzo giorno non che le latrine del Mercato dei *Blancs-Manteaux*.

La spesa per la costruzione di un tal apparato fu di fr. 60569 dei quali per fr. 12101 dipendevano dall'adattamento delle latrine e per fr. 48468 per la costruzione della fognatura sotto la pubblica strada.

Il sistema ha funzionato in modo conveniente, ma si manifestarono frequenti ingombri, che si sarebbero indubbiamente verificati anche con qualunque altro sistema a sifoni, dovuti quasi sempre all'incuria dei fanciulli e dei loro maestri ed al getto dei corpi duri od ingombranti.

La prova di questo sistema fatto a Parigi ha dato un risultato mediocre e non sembrò che potesse acquistare un grande sviluppo. — Si ritenne che se non si fossero escluse le acque di pioggia dai condotti il risultato sarebbe stato migliore.

Il Waring, e tutti quelli che propongono i sistemi separatori, chiamano l'attenzione sopra due punti vale a dire: 1.° che la via che prendono le materie deve essere calcolata in proporzione del volume normale di tali materie e non presentare delle dimensioni esagerate che produrrebbero il rallentamento ed i depositi dei corpi solidi o pastosi. 2.° Che è necessario di collocare nei diversi punti della rete dei serbatoj di scarico, i quali oltre al volume del deflusso normale forniscano una quantità d'acqua bastante per la lavatura metodica ed energica dei condotti.

Il Durand-Claye ritiene che in luogo del sistema Waring la fognatura razionale di una città, dai 20 mila a 500 mila abitanti, ed anche più, deve basarsi sulla combinazione di condotti e di fognatura. In tutte le strade secondarie si possono adottare i condotti in gres verniciati i quali possono accogliere tanto le materie fecali, quanto le acque lorde dei lavandini non che le acque pluviali delle case e della strada.

Questo è quanto venne praticato opportunamente a Berlino e che si è anche progettato per un gran numero di città Francesi. Per tali condotti non si ha bisogno di un diametro esagerato quando debbano servire dei perimetri piccoli e convergere verso la fognatura che serve di collettore. È facile il convincersi che nei sistemi separatori i serbatoj di scarico producono esattamente gli stessi effetti di una pioggia dirotta, vale a dire che un condotto di m. 0, 15 di diametro potrà egualmente scaricare in 30 secondi una cacciata di 500 litri forniti da un serbatoio, ovvero scolare una pioggia di 1 millimetro di altezza caduta in un'ora sopra 20 ettari, ammesso col Belgrand che la pioggia vi impiega un tempo tre volte maggiore di quanto avviene nel cadere.

Nullameno la canalizzazione delle strade secondarie dovrebbe essere munita

da serbatoi di scarico facilmente accessibili situati all' origine dei diversi condotti, ai punti di congiunzione degli stessi condotti ed ai cambiamenti di direzione e di pendenze. — Quando la rete dei canali fosse alquanto estesa e di una importanza tale da obbligare ad assumere dei diametri superiori a metri 0, 50 o m. 0, 45, in tal caso si dovrebbero costruire delle vere fognature della forma ovoidale e di un' altezza bastante per la circolazione degli operaj, ossia dell'altezza da m. 1, 80 a m. 1, 75 al minimo.

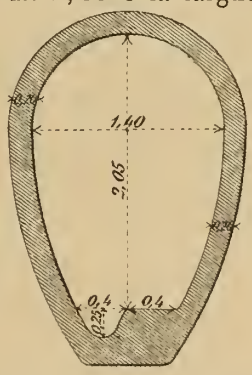
Si potrà calcolare la cunetta della fognatura in modo che essa traduca le acque normali, quelle dei lavandini o delle latrine e delle piccole pioggie. La cunetta deve sempre avere la forma rotonda. — La calotta o la vôlta superiore della fogna dovrà essere tale da scaricare le grandi pioggie. Pei grandi uragani si dovrebbero costruire degli scarichi, onde tradurre le acque nei fiumi più vicini. Questi scarichi funzionerebbero da stramazzi, come ha luogo a Parigi, Londra e Berlino e si evita così di adottare nelle fognature delle misure per le meteore eccezionali, ma di stabilire soltanto quelle che occorrono nei casi ordinarj.

Si faciliterà la circolazione nelle gallerie col mezzo di una banchina collocata di fianco alla cunetta, della larghezza di metri 0, 40, sulla quale passeranno gli operaj in modo di poter utilizzare della fognatura per collocarvi i condotti principali delle acque, i fili elettrici e telefonici, ecc.

Più innanzi vedremo che queste idee del Durand-Claye, che qui abbiamo esposte, non collimano con quanto si è praticato in una gran parte delle fognature da ultimo costrutte in Inghilterra ed in Germania che funzionano a dovere e nelle quali furono escluse le condotte d' acqua, i fili elettrici e telefoni ecc.

A Parigi nelle ultime fognature che si sono costrutte nelle vie secondarie si è data la forma e le dimensioni apparenti dalla figura 6.ª. Ma nelle fognature più grandi l'altezza è di m. 2, 30 e la larghezza alla base di m. 1, 30.

Fig. 6



Se si confronta la fognatura più sopra delineata con un condotto in gres di m. 0, 30 di diametro per una circolazione della lunghezza di m. 210 fornita da serbatoj di scarico, si ha che il costo della fognatura importa L. 23500, ossia L. 113 al metro corrente, mentre col tubo in gres non si ha che la spesa di L. 44, 00, che corrisponde a L. 21, 00 al metro corrente.

Sistema del trasporto delle dejezioni e delle acque lorde colla corrente d'acqua continua.

Dopo di avere rifiutati i diversi sistemi di risanamento delle città, che abbiamo più sopra indicati, non rimarrà ora che di prendere in esame l'ultimo sistema, cioè quello della canalizzazione colla corrente continua, il quale consiste nel raccogliere e smaltire colla maggior prontezza possibile e coi minori disturbi, tanto le dejezioni, quanto le acque lorde insieme alle pluviali.

Questo sistema di canalizzazione, che in inglese chiamasi *main drainage*, in francese *Egout* e da noi viene denominato *Fognatura* dal vocabolo *Fogna*, che significa un condotto sotterraneo destinato a ricevere e scaricare le acque e le immondizie.

Dai molti studi che si sono intrapresi a tale riguardo dalle persone competenti e dalla esperienza fatta in un gran numero di città situate in condizioni diverse, si deve conchiudere che il sistema della fognatura a corrente continua presenta dei grandi vantaggi, anche sotto le viste della salute pubblica, inquantochè venne osservato che le malattie infettive, di cui spesso sono colpite le grandi città, diminuiscono notevolmente ed anche scompajono in seguito alla stessa fognatura.

Infatti dalle statistiche si ha che in 24 città inglesi nelle quali si eseguì la fognatura, i morti di tifo dal 1, 33 per mille, che si avevano dapprima, si ridussero a 0, 70 per $^{00}/_{00}$ dopo la canalizzazione.

A Danzica dal 1864 al 1871, cioè prima che avesse luogo la fognatura, si aveva nei morti di tifo la proporzione di 83 sopra centomila abitanti; successivamente, vale a dire dopo il 1871 si ebbe per un medio la proporzione di 31, 50.

In precedenza della fognatura eseguita a Francfort la mortalità per tifo era del 0, 68 per mille, successivamente essa venne ridotta al 0, 20 per mille.

Ma l'esempio più saliente è quello di Amburgo. Prima che fosse costrutta la canalizzazione, sopra mille morti se ne avevano 48, 50 di ileo-tifo. Appena dopo la fognatura, questa proporzione decrebbe a 29 90 e successivamente al 22 per mille, ossia meno delle metà

La stessa proporzione della mortalità per tifo, si ebbe anche a Bruxelles, cioè della metà dei morti dopo che si era eseguita la fognatura.

In una memoria pubblicata dall' ingegnere in Capo di ponti e strade Guerard sul vecchio porto di Marsiglia intorno alla fognatura ed al Colera avvenuto in quella città nel 1884 vien detto che non solo nelle grandi strade bene ventilate e pulite ma altresì nei quartieri malamente disposti e conservati in quella città il numero dei decessi di Colera riuscì minore ove trovavasi la fognatura fornita di acque abbondanti, di quello che avvenne nei quartieri nei quali esistevano le latrine coi pozzi neri.

Ad onta di siffatti vantaggi che presenta la fognatura, in confronto deglia ltri sistemi di cui ci siamo occupati precedentemente, si sono elevate alcune ecce-

zioni, le quali però sono di ben poco valore poggiando a dei fatti molto discutibili.

Si è detto che l'aria circolante nei canali possa diventare un veicolo per diffondere i morbi e si dubitò sulla possibilità di rendere impermeabili i condotti di scarico; e siccome la superficie di tali condotti riesce di gran lunga maggiore di quella dei pozzi neri, così l'inquinamento del terreno e delle sorgenti sotterranee sarebbe riuscito del pari maggiore e così si andava ad aumentare il danno anzichè diminuirlo ed a toglierlo. Si soggiungeva inoltre che nel mentre colla fognatura si pensava a migliorare le condizioni interne della città, si andava poi a danneggiare sommamente la parte esterna e la popolazione agricola, laddove le acque lorde e le materie fecali si volessero scaricare nei fiumi oppure impiegarle nell'inaffiamento dei terreni.

In merito all'aria circolante nei canali, la quale possa diventare il veicolo per diffondere le malattie, si deve notare che dalle indagini accuratissime fatte a Monaco dal Dott. Port emerse che le dejezioni non vanno soggette a decomporsi se non allorquando giungono sul terreno, per cui scorrendo esse nei canali diluite nell'acqua e trasportate sollecitamente all'esterno, l'eccezione sollevata, malgrado qualche fatto isolato, non potrebbe influire a rendere meno buono il sistema.

Ma vi è di più; in seguito alle analisi instituite sull'aria raccolta nei canali di fognatura, in confronto di quella esterna, non si trovò alcuna differenza sensibile, per cui il dubbio insorto non avrebbe alcun appoggio sotto l'analisi chimica.

Nullameno si sono verificati dei casi nei quali siffatte condutture sembra che abbiano influito a propagare le malattie contagiose. In questa circostanza peraltro, che sarebbero dipendenti in gran parte dal sistema meno buono seguito nella costruzione della fognatura, si possono prendere dei provvedimenti efficaci a far cessare il male, come è avvenuto pochi anni sono a Detroit in America. Infieriva in questa città la difterite e la scarlatina e si temeva che la propagazione dei mali dipendesse dai canali di fognatura. Gli è perciò che si intraprese la disinfezione di essi adottando il sistema proposto dal Dott. Wight.

Si versarono chilogr. 35 000 di solfato di ferro sciolto nell'acqua, e vi si introdussero in più punti dei secchi di ferro riempiti di zolfo infiammato, in tutto Chilogr. 3000. In tal guisa nel mentre il fondo dei cunicoli veniva lavato col solfato di ferro, i vapori di zolfo impregnarono le pareti introducendosi anche nei canali di scarico delle case. L'effetto fu immediato: la difterite diminuì notevolmente e la scarlatina sparì del tutto (1).

Non si conosce ne la lunghezza della fognatura ne il sistema di costruzione stato seguito. Trattasi di una città situata sul fiume omonimo che ha la popolazione di 80 mila abitanti e nella quale vi possono concorrere molte altre circostanze, che non si conoscono, fra le quali forse quella dello scarico nel fiume delle acque di fogna e dei depositi sulle sponde come succedeva a Londra.

L'obbiezione sollevata sulla permeabilità dei condotti, i quali possono lasciar trapelare i liquidi ed inquinare il terreno circostante, si deve del tutto esclu

(1) *Giornale del Genio Civile*, — Luglio-Agosto 1888.

dere pel motivo che i canali della fognatura, sia grandi che piccoli, si costruiscono o di argilla smaltata oppure di muratura di mattoni ed anche di calcestruzzo di cemento idraulico, il quale è per sè stesso un materiale che non lascia punto trapelare alcun liquido a somiglianza dei tubi di ghisa.

Ma volendo pure ammettere l'eguaglianza dei materiali nella costruzione dei pozzi neri e nella fognatura vi concorrono ben altre circostanze in favore di quest'ultima per riguardo ai trapelamenti.

Infatti si ha: 1.° Che il trapelamento attraverso i muri di contorno di un pozzo o serbatojo qualunque ove vi stagnano dei liquidi è di gran lunga maggiore di quanto avviene dalle sponde di un canale ove scorre il liquido più o meno velocemente, come lo dimostrò una costante esperienza; 2.° Che il maggiore o minore trapelamento dai muri di contorno e del fondo di un serbatojo o di un canale è dovuto, a circostanze eguali, all'altezza dell'acqua che vi stagna o che vi scorre e quindi alla pressione che viene da essa esercitata.

Posti tali principi e considerato che l'altezza dell'acqua scorrente nei canali di fognatura supera ben di rado m. 0, 60, mentre le materie contenute nei pozzi neri nella maggior parte dei casi hanno un'altezza più che doppia; considerato che le materie fecali nella fognatura trovansi diluite in molt'acqua, cosicchè si può ritenere che il peso specifico del liquido sia pressochè conforme a quello dell'acqua, quandoche le materie raccolte nei pozzi neri hanno una densità maggiore e conseguentemente si ha una pressione maggiore sulle pareti e sul fondo, ne deriva da tutto questo che i trapelamenti dei liquidi dalle pareti degli stessi pozzi sono più considerevoli di quanto si ha dalle sponde della fognatura ad acqua corrente.

Ed il prof. Pacchiotti nella sua relazione sulla fognatura di Torino rivolgeva a tutti coloro che dubitano sui benefici effetti della canalizzazione continua le seguenti parole:

« Come spiegano essi l'agitazione febbrile che oggi invade tutte le città del « mondo per la canalizzazione? Come si spiega che nel breve giro di 30 anni, « dopo Londra e Parigi, duecento città grandi e piccole adottarono questo si- « stema tanto combattuto? Se avesse tanti inconvenienti non sarebbe stato « adottato.

« Perchè mai Cannes e Nizza queste due importanti stazioni marittime, queste « perle del Mediterraneo a cui accorrono da tutte le parti del mondo malati per « guarire, si sottoposero ad ingenti sagrifici per risanarsi, ed aumentare la loro « clientela? Vollero fortemente la canalizzazione dai primi igienisti raccoman- « data da tante città adottata. I loro Sindaci secondarono la pubblica opinione. « Oggi queste due città sono in festa ».

Infine sulla terza obbiezione che concerne i danni possibili che possono derivare alla salute della popolazione agricola essa è smentita dalle molte osservazioni fatte in Inghilterra ed in Germania e da ultimo anche in Francia e finalmente dal fatto secolare che ha luogo presso Milano dall'uso delle acqne del canale Vettabbia. Questo canale di Fognatura che raccoglie le dejezioni e le acque lorde di circa centomila abitanti, serve a tradurre già da parecchi secoli

le acque per l'irrigazione dei prati e terreni contigui a Milano senza cha da ciò siasi giammai derivato alcun danno alla salute pubblica. Ed è poi da notarsi che le materie provenienti dallo spurgo dei pozzi neri di Milano si usano già per una lunga serie di anni ad inafffare le ortaglie situate all'ingiro di Milano; ed attualmente esse si trasportano col mezzo dei tramways a considerevoli distanze per fecondare i terreni, in particolare quelli coltivati a frumento. Ebbene da tutto questo spargimento di materie non si sono giammai sollevate delle lagnanze, se si eccettui l'odore disgustoso e nauseante di ammoniaca e gas solfidrico emanato dalle materie fecali, ma che scompare interamente dopo qualche ora.

Per le quali cose nel Congresso d'Igiene tenuto a Milano dopo che da taluni era stata propugnata la canalizzazione Liernur e le fosse mobili si addivenne al seguente emendamento cioè « che in determinate circostanze può riuscire vantag-« gioso all'igiene pubblica, oltre alle fosse mobili, un buon sistema di canalizza-« zione con condotti impermeabili a corrente continua d'acqua e sopratutto quando « le acque corrotte possano venir prontamente impiegate all'uso dell'agricoltura ».

Da ultimo a sostegno della nostra opinione dobbiamo riportare quanto venne esposto dalla Commissione nominata dal Sindaco di Milano per lo studio del miglior sistema di fognatura da adottarsi nella stessa città, inquantoche il voto della stessa Commissione non venne emesso che in seguito a lunghi ed accurati studj da persone competenti sui varj sistemi fin qui seguiti nella fognatura delle grandi città.

La stessa Commissione dopo di avere premesso che il sistema così detto del *tout à l' égout* è il migliore sotto ogni riguardo trovò di stabilire le seguenti massime, vale a dire:

1.º Che la canalizzazione per raccogliere le dejezioni tanto solide quanto liquide non che le acque lorde domestiche, deve essere unica; e quando sia preventivamente assicurata la facoltà del simultaneo scarico delle acque di pioggia devono anche queste essere riunite nello stesso canale.

2.º Che la sezione di tutti i canali principali, ed anche dei secondarj ove è possibile, deve essere ampia quanto basti per essere praticabile.

Tale praticabilità è ritenuta dalla Commissione necessaria a che il servizio di polizia della fogna possa essere facilmente eseguito. La Commissione però non tenne conto della eventualità che la fogna stessa possa servire alla collocazione di fili telegrafici, ovvero ad altri pubblici servizii, ritenendo estranea all' indole del suo mandato l'esame della convenienza o meno di far servire un solo canale a scopi diversi, perchè ciò dipende da considerazioni d' ordine principalmente economico.

Più avanti allorchè descriveremo i lavori in corso per la nuova fognatura di Milano faremo conoscere che i condotti dell' acqua potabile, fili telegrafici, ecc. furono esclusi dai canali di fognatura e collocati in appositi condotti per motivi diversi.

Per le quali cose il sistema della fognatura a corrente continua, sia coll'unire le acque pluviali, sia col tenerle separate venne oramai accettato da tutti gli igienisti siccome il migliore e come tale applicato nella massima parte delle

città d' Europa, abbandonando gli altri sistemi pei quali l' esperienza ha dimostrato che non andavano immuni di molti difetti e non erano punto economici. Ma non è soltanto in Europa che venne eccettato questo sistema ma altresì in molte città Americane, fra le quali citeremo Buenos Ayres che nella fognatura costrutta nel 1878 anzichè seguire il sistema Waring si appigliò a quello della canalizzazione coll'acqua continua immitendovi altresì i condotti delle latrine.

Proposte di nuovi sistemi di fognatura. — In seguito all'esame ed alle discussioni dei vari sistemi di fognatura che furono applicati al risanamento delle città con un risultato più o meno buono, potrebbe sembrare un pleonasmo di occuparci dei progetti e dei tentativi fatti dagli ingegneri per introdurre dei nuovi sistemi i quali, per soprappiù, non ottennero la sanzione della pratica. Siccome però, queste proposte hanno trovato dei fautori, sembrando a taluno che con esse si potessero eliminare gli inconvenienti che presentano i sistemi fin qui adottati, abbiamo trovato del caso di farli conoscere a compimento della parte storica dell' arte.

Nella fognatura da costruirsi in Napoli, essendosi stabilito di adottare il sistema della circolazione continua, e di immettere nei canali di fognature tanto le acque pluviali, quanto le acque lorde e gli escrementi, l'ing. Sebastiano Tessitore, professore d'idraulica nella scuola d'applicazione degli ingegneri, trovò di proporre un nuovo sistema di fognatura che si avvicinasse in qualche modo al sistema Waring, di cui egli è un vero ammiratore.

L' autore premette innanzi tutto, che le materie da convogliarsi in Napoli, consistono:

1.° Nelle dejezioni dei 600 000 abitanti, compresa la popolazione fluttuante, con che calcolando due litri per ciascuno danno in 24 ore m. c. 1 200;

2.° Nelle acque lorde provenienti dalle case, dalla lavatura delle strade, dalle fontane ecc., non che dalle sorgenti del volume di m. c. 250 000 per giorno.

Si avrebbero quindi in complesso da scaricare m. c. 251 200, di materie e di liquidi pei quali occorrerebbe un emissario della portata di m. c. 2, 90. Aggiungendo a questo volume le acque meteoriche di millim. 10 ogni 24 ore, per Napoli, si avrebbe un volume di m. c. 70 000, i quali sommati coi 251 200 emerge la cubatura di m. c. 329 200 nei giorni di pioggia ordinaria, che potrebbe anche salire a m. c. 696 200 nei grandi acquazzoni, come è succeduto nel 9 luglio 1867, nel quale la pioggia giunse a millim. 48 in un ora. Per convogliare questa massa d'acqua, ritenuta uniformemente distribuita su tutta la lunghezza delle strade di Napoli di m. l. 162 500, occorrerebbe un acquedotto della portata di m. c. 4 al metro corrente.

Senza qui entrare nelle diverse calcolazioni che vennero in seguito instituite per dimostrare la convenienza di adottare il sistema di costruzione stato proposto, mediante il quale verrebbero soddisfatte tutte le condizioni del problema, ci limiteremo ad indicare brevemente questo sistema il quale trovasi svolto in una memoria pubblicata dall'autore (1).

(1) Sistema di fognatura *tout à l'égout* a serbatoi semplici ed a circolazione continua. — Memoria dell' Ing. Cav. Sebastiano Tessitore.

La sezione del canale di fognatura consisterebbe al fondo in un triangolo che sarebbe sormontato da due pareti verticali. I canali sono suddivisi a scompartimenti con dimensioni tali da formare dei serbatoi. Le dejezioni e le acque lorde provenienti dalle case da scaricarsi nella fogna, si dovrebbero innanzitutto raccogliere in appositi pozzetti. Tali pozzetti si troverebbero ad un livello non inferiore al pelo massimo delle acque scorrenti nel canale di fognatura. Gli stessi pozzetti si dovevano costruire nell' interno delle case e sarebbe stato conveniente che fossero muniti di un tubo di vetro mediante il quale si potesse conoscere la condizione in cui si trovavano, non che la quantità della materia che vi fosse raccolta. Ciascun pozzetto doveva avere tali dimensioni da poter comprendere le dejezioni e le acque lorde per un tempo creduto indispensabile da poterlo vuotare tutto in una sol volta. A tal fine dovevano trovarsi disposte delle saracinesche, le quali avevano il doppio scopo di far agire il tubo di scarico come un sifone e di interrompere la comunicazione dei pozzetti colle fogne, qualora nel caso di epidemia lo si richiedesse, per disinfettare le materie prima di scaricarle nella fognatura (1).

Per evitare la dispersione dei gas deleteri nelle strade, si dovevano applicare alle bocchette di scarico delle acque dei sifoni idraulici; come, del pari vi sarebbero dei sifoni a chiusura idraulica sullo sbocco dei tubi di scarico provenienti dalle case, nell'egual modo che si pratica nella maggior parte dei sistemi di fognatura.

Per ottenere una energica ventilazione nella rete di fognatura, si proponeva di costruire alle estremità di ciascuna rete, dei camini che si elevassero al disopra degli edifici circostanti, disponendoli nella parte più alta della città per ottenere la massima aspirazione dalla differenza di livello.

Le fogne, verrebbero curate da operai, percorrendo sopra un palco in legname, costrutto nell' interno e nella parte centrale. L' accesso alle fogne, si aveva da chiusini o bocche disposte alla distanze fra loro di m. 100 circa.

Ommettendo di qui discutere sulla bontà o meno del sistema e sugli inconvenienti a cui si andrebbe incontro coll' accettarlo, sia nella parte costruttiva, che nella parte economica e dell'esercizio, ci limiteremo soltanto, ad osservare che questo progetto, venne presentato al Municipio di Napoli, il quale dopo di averlo esaminato attentamente, deliberò: che la proposta fatta sotto il nome di Vitale-Tessitore, corrispondeva ad altro progetto, inoltrato esso pure alla Giunta municipale, sotto il nome di Carrelli-Younk; che tanto l'uno, quanto l' altro progetto, si erano compilati in base al sistema americano della separazione, il quale sistema, si era ripetutamente rifiutato tanto dal Municipio, quanto dal Consiglio Superiore dei lavori pubblici, per la sua inferiorità al sistema promiscuo, ove le circostanze lo permettono, come appunto si trovava la città di Napoli; che accettando il progetto separatore, era d' uopo di pensare tuttavia ad una nuova canalizzazione, non potendo servire menomamente quella esistente. Per tutte queste ragioni e per molte altre, che qui si ommettono per brevità il Consiglio

(1) Siamo in obbligo di qui avvertire, che anche nel caso di epidemia impiegando le acque di fogna nell' irrigazione dei prati non ne deriva alcun danno alla salute pubblica siccome venne qui supposto dacchè l'esperienza ne ha dimostrata l'innocuità.

Comunale di Napoli trovò di respingere sia il progetto Carelli-Younk sia quello sotto la denominazione Vitale-Tessitore (1).

Un altra proposta di una nuova fognatura automatica si è quella stata ideata dall'ingegnere Ferdinando Piattini dal quale venne presentata ad una Società di industriali in Torino. In questa nuova fognatura, venne accoppiata la fossa Mouras col sistema atmosferico. Non conosciamo i particolari di questo sistema, epperò non possiamo esporre alcuna opinione. Peraltro, è da osservare, che la Commissione stata nominata a Milano per lo studio della fognatura da costruirsi nella stessa città, non trovò nè di proporla nè di raccomandarla in quantochè non presenta alcun'idea nuova. e poggia a dei principî, che gli igienisti trovarono di rifiutare.

Non è soltanto in Italia che furono proposti dei sistemi diversi pei lavori di fognatura ma altresì all'estero, e particolarmente a Parigi, ove si sono esperimentati dei nuovi processi, in particolare sulla costruzione delle fosse.

Vi è adunque la fossa *Déplanque*, che è analoga alla fossa Mouras e che esperimentata alla calata della Mégisserie ha fatto cattiva prova e fu tosto distrutta.

Havvi la fossa *Goldner* di Baden-Baden, di cui se ne fece una prova all'asilo nazionale dei *Quinze-vingt*, ma che non ebbe alcun seguito non avendo dato un risultato soddisfacente.

Un altro apparato è quello di *Gommes-Britto* i' quale consiste in una cassa metallica funzionante da fossa costrutta a scompartimenti in guisa da poter impiegare i disinfettanti, affinchè le materie originariamente solide si raccogliessero in apposito bottino ed il liquido disinfettato venisse filtrato attraverso il carbone. Ma anche un tale apparato, di cui se ne fecero alcuni esperimenti, non fu accettato.

Vi è il sistema *Bonnefin* che nel 1882 fu esperimentato a Parigi nella Caserma della Città. Egli avrebbe proposto due metodi l'uno *secco* e l'altro *umido*. Colla prima disposizione intendeva che le materie solide nel discendere fossero separate dai liquidi. Il secondo processo consisteva in una cassa con due tubi verticali alle due estremità, il quale veniva previamente riempito di solfato di ferro. I doccioni che trasportavano i prodotti immettevano nella parte superiore di uno dei tubi, che munito di griglia non lasciavano passare che i liquidi. Siccome il fondo della cassa comunicava col bottino mobile si riteneva che le materie dense disinfettate si potessero trasportare senza inconvenienti.

Tutte queste proposte mancano assolutamente dei requisiti pratici (2).

Tralasciamo di accennare la fossa mobile di *Lavillangouet*, quella di *Amoudruz* e di *Goux* nell'ultima delle quali si impiegano le sostanze polverulenti per attutire le cattive esalazioni inquantochè esse furono bentosto abbandonate al loro nascere.

(1) Tornata del Consiglio Comunale di Napoli 28 Novembre 1887.
(2) Relazione della Commissione nominata dalla Giunta Municipale di Torino.

FOGNATURE ANTICHE.

Le prime fognature che si conoscono, e di cui si hanno delle idee concrete, rimontano ai tempi più antichi di Roma. Alcuni scrittori però le riporterebbero ad un' epoca anteriore al regno di Tarquinio Prisco (600 anni prima dell' era volgare) dal quale, secondo le testimonianze di Tito Livio e di Plinio, si fecero costruire. Grosley non potendo persuadersi che fossero opere di un re, ricorse alle colonie greche di Romolo e di Enea, della cui grandezza e potenza erasi perduta la memoria. Gli è vero che i monumenti dell' architettura sotterranea, furono più comuni in Egitto, nella Fenicia, e nella Grecia, di quello che in Italia; ma però, indipendentemente dalla diversità che corre fra i sotterranei degli altri paesi e gli smaltitoi o le fogne di Roma, sembra che ai tempi così remoti, di cui gli antiquari suppongono l'esistenza, questa città non potesse essere tanto popolata, per aver bisogno di tali opere, nè tanto industriosa per eseguirle.

Ai tempi storici di Roma, non erano abitati che i monti: indi, crescendo la popolazione, si stabilì questa nelle valli; e fu allora, che il bisogno di renderle salubri, col mezzo di fogne, dovette far intraprendere opere così grandiose. La situazione della città, che racchiudeva sette colli nel suo recinto, ne rese indispensabile la continuazione. Nelle pioggie dirotte e nei tempi procellosi, le contrade praticate attraverso le valli, che separavano queste colline, trovavansi inondate ed impraticabili. Ecco le ragioni che determinarono Tarquinio Prisco a far rialzare il livello di queste contrade, a costruirvi le cloache lasciandovi delle aperture di tratto in tratto nelle quali le acque pluviali e quelle destinate a lavare le strade trascinassero facilmente con se tutte le immondizie. « *Infirma urbis loca circa forum abasque interjectas collibus convalles quia ex pluvibus locis haud facile evehebant aquas cloacis in Tiberim ductis ficcat* » (1).

Alle fognature di Roma, venne data la denominazione di *Cloaca* dalla parola *cluo*, che significa insozzare, infettare col cattivo odore.

Col mezzo di queste cloache, una parte delle quali esiste tuttora, il pavimento delle strade di Roma, era sempre asciutto, e gli abitanti di questa immensa città avevano il vantaggio di potere in ogni tempo trasferirsi comodamente in tutti i quartieri senza essere molestati dalla vista e dagli effetti perniciosi delle lordure ammassate nei diversi punti della città.

(1) Tito Livio, Lib. 1.

I condotti o le cloache di Roma avevano parecchi rami, fra il Campidoglio, il Palatino, ed il Quirinale i quali andavano a riunirsi nel Foro o campo Vaccino, per indi condursi tutti insieme a sboccare in un sol canale nel Tevere chiamato *Cloaca massima*, costrutta essa pure da Tarquinio Prisco. Dipoi vennero continuati da Servio Tullio e da Tarquinio il Superbo che gli successero nella dignità reale. Tito Livio e Plinio raccontano come il popolo fosse stanco e malcontento di siffatti lavori. Per le quali cose non si possono mettere in campo che assai vaghe congetture, volendo rifiutare la testimonianza degli scrittori romani intorno ai tempi di cui essi soli hanno fatta menzione.

All'epoca della Repubblica, 400 anni dopo che questi canali furono terminati, Catone il Censore ed il suo collega Valerio Flacco li fecero nettare e ristaurare. Ne costrussero anche di nuovi nei quartieri che ne erano mancanti, come sul Monte Aventino, erogando in quest'opera, secondo il resoconto di Dionigi d'Alicarnasso, mille talenti, che corrisponderebbero a 3 milioni di lire. Veggonsi tuttora due imboccature antiche tra la *Cloaca massima* e gli avanzi del ponte Sublicio, che forse furono eseguite a quel tempo. Una di esse serve per le acque della *Marana* o acqua *Crabra* che viene da Frascati e che dopo di avere percorsa la Valle del Gran Circo corre sotterranea per andarsi a cacciare nel Tevere.

Anche Agrippa si distinse, durante la sua edilità, nel far costruire cloache tanto grandi e numerose, che secondo l'espressione di Plinio, fabbricò una città navigabile sotto quella di Roma « *Urbe pensili subterque navigata* ». Vi fece costruire sette canali di tale pendenza, che le acque vi scorrevano con tanta velocità, in guisa da trasportare non solo le lordure, ma altresì i rottami e le pietre che vi fossero gettate nell'acquedotto.

Ecco come si esprime Plinio a tale riguardo.

« Non dimentichiamo, egli dice, le *cloache*: la più sorprendente di tutte le opere per le quali sono stati traforati parecchi monti, e che ci fa risovenire le meraviglie di Tebe, di cui abbiamo or ora parlato. M. Agrippa, nella sua edilità che successe al consolato, riunì i canali di sette fiumi, il cui impeto paragonabile a quello di un torrente, trasporta seco tutto ciò che incontra. Questo maraviglioso volume d'acqua accresciuto anche dalle pioggie che cadono e dai straripamenti del Tevere che vi rigurgitano, flagella incessantemente le mura di questo condotto, senza che l'urto interno di tutte siffatte masse d'acqua che s'urtano a vicenda e senza posa, abbia per nulla alterata la solidità dell' opera e la bontà delle fondamenta. Non vi apportano nocumento nè il peso delle macerie delle case che vanno rovinando, o di per se stesse, o per incendio, ne le scosse dei terremoti. Quest'opera si conserva inalterabile da 700 anni circa. Essa fu edificata da Tarquinio Prisco. Si pretende che questo condotto fosse abbastanza largo da passarvi un carro di fianco ».

Plinio, come si vede, per rendere il suo racconto più interessante e l'opera meravigliosa non parla dei ristauri considerevoli che vi furono eseguiti dai censori Catone e Valerio Flacco. Tuttavia la durata di questo eterno edificio giustifica abbastanza l'entusiasmo dello storico, ed esprime più di quello che egli stesso non ha detto, e che noi non potremmo dire.

Per ottenere che le cloache trasportassero tutte le materie che vi si gettavano. anche le più pesanti, esse erano provvedute di una grandissima quantità d'acqua, di cui poteva disporre Roma per l'addietro. Secondo Frontino, al tempo di Trajano, si distribuivano m. c. 1 320 600 di acqua in 24 ore, che servivano a più di 800 bagni ed agli altri bisogni della vita. Successivamente una gran parte di questa quantità d'acqua andò perduta in guisa che al principio di questo secolo, dietro le esperienze instituite dal Vici, non si avevano che m. c. 180 500 ogni 24 ore (1).

A Roma, ai tempi degli Antonini, erano talmente estese le terme, che Ammiano Marcellino le paragona a provincie. Quelle di Caracalla accupavano un grandissimo spazio. Oltre ai bagni essi servivano di esercizi ginnastici, giuochi, accademie ed altre riunioni. Questi edifici venivano ornati da preziosi capi d'arte ed in essi, vi si trovarono l'Ercole di Glicone, la Flora, il toro Farnese, il torso di Belvedere, il musaico di Laterano e una quantità di vasi ed altre preziosità. La colonna che sta in piazza Santa Trinità a Firenze è una delle otto che sorreggevano la sala di mezzo. Più vaste erano le terme di Diocleziano, con portici e sale capacissime di cui una delle dimensioni di 59 metri per 24 metri, e luoghi di divertimenti ed un Museo. Il Pantheon formava solo un membro delle terme di Agrippa (2).

La *cloaca massima* sussiste ancora in parte, e la stabilità di questa costruzione forma l'ammirazione di tutti gli architetti. Essa è fabbricata di grandi conci di pietra naturale e coperta da triplice vôlta, composta di tre ordini di cunei sovrapposti e reciprocamente collegati onde poter resistere più lungo tempo e con maggior forza al peso della terra ed al passaggio dei carri. La sua larghezza interna è di m. 4,50 ed altrettanti in altezza sotto la serraglia; in parecchi luoghi si divide in tre parti due delle quali per le banchine, che fiancheggiano le spalle dei condotti, e la terza nel mezzo pel passaggio delle acque. Nei muri vi sono dei beccatelli di pietra che sembrano destinati a sostenere i principali tubi delle fontane.

Le cloache di Roma sono state giustamente encomiate da tutti gli storici dell'antichichità e annoverate fra le meraviglie di quella grande capitale. Secondo Dionigi d'Alicarnasso, che si recò a Roma sulla fiue del regno d'Augusto, tre cose contribuirono a dargli un'alta idea della grandezza di Roma, le strade, gli acquedotti e le cloache. Cassiodoro che fiorì nel 470 ed era prefetto del Pretorio sotto Teodorico re dei Goti, e buon conoscitore di architettura, confessa nella raccolta delle sue lettere (lib. V. lett. 33) che nulla poteva essere paragonato alle cloache di Roma, tanto per la grandezza ed utilità di opere, quanto per le ingenti somme che dovevano essere costate.

La cura e la manutenzione delle cloache furono dapprima affidate ai censori indi agli edili; ma gli imperatori crearono per tale oggetto degli impiegati particolari chiamati *curatore cloacarum* come si ha da una iscrizione antica.

(1) Rondelet. — *Trattato teorico dell'arte di edificare.* — Prima traduzione italiana sulla sesta edizione originale, con note e aggiunte importantissime per cura di Basilio Soresina.

(2) Cantù. — Storia degli Italiani Tomo II.

Bisogna confessare con Plinio e cogli altri scrittori dell' antichità che nulla ha più distinto i Romani di queste grandiose opere di pubblica utilità la cui magnificenza supera senza dubbio il lusso medesimo degli altri loro monumenti Queste grandiose intraprese non possono essere mosse che da quell' amore del pubblico bene e da quello spirito pubblico che sembra essere stato presso i Romani piuttosto un'abitudine che una virtù (1).

Tutto quanto si faceva a Roma, serviva di modello anche alle altre città dell'impero le quali in relazione alla loro importanza costruivano tali edificii per l'igiene per il comodo ed il decoro pubblico.

Milano che fu la seconda città dell' Impero Romano e che per molto tempo era la sede di diversi imperatori (2) doveva necessariamente avere le cloache ed i bagni nell' egual modo che si era praticato in Roma (3). Qui non occorrevano i grandi acquedotti che si erano costrutti con tanto dispendio a Roma, mentre a Milano vi confluivano le acque dell' Olona, del Lambro e del Seveso alle quali si aggiungevano alcune sorgenti ricavate col mezzzo del canale Nirone o Nerone che sembra fatto costruire da un imperatore Romano (4).

Ma Milano venne distrutta nel 4.° e 5.° secolo dal passaggio di Attila e dall'invasione dei barbari capitanati da Uraja e da Vitige: e per il periodo di quasi cinque secoli abbandonata dai ricchi che si erano rifugiati nel contado, non essendo rimasti nella città che i miserabili.

Scomparvero adunque in quell'epoca tutte le opere fatte eseguire dai Romani ed insieme ad esse i bagni pubblici e le fognature; e quand' anche alcuna di tali opere ne fosse rimasta venne successivamente distrutta nel secolo XII per opera di Federico I detto il Barbarossa, il quale nel 1162, ne ordinava lo spianamento non conservando che poche chiese, di modoche non rimase alcuna traccia del passato (5).

Ritornati i Milanesi nella loro città nel 1167 ed impegnati nelle guerre, nelle fortificazioni e nelle riforme amministrative e di Governo, non si diedero alcuna cura dell'igiene e del comodo pubblico. E non fu che un secolo e mezzo dopo che Azzone Visconti ordinava non solo di pavimentare le strade, ma altresì di aprire un canale all'ingiro di Milano, non che costruire delle cloache sotterranee

(1) *Quatremère de Quincy.* — Dizionario storico di Architettura colle note degli ingegneri G. Cadolini e L. Tatti.

(2) Massimiano erculeo cinse Milano da mura con torri, Costantino ne fa la seconda capitale dell'impero mettendovi la sede del *vicario d'Italia.* Giuliano, Costanzo, Teodosio, vi ottengono la porpora vi risiedono, vi radunano concili, vi celebrano sponsali, vi pubblicano le leggi.

(3) Dietro le testimonianze di Aurelio Vittore e di Ausonio lo stesso Massimiano faceva innalzare le terme Erculee delle quali secondo gli eruditi apparterebbero le colonne di S. Lorenzo che sussistono tuttavia.

(4) Giulini. — Memorie spettanti alla Storia al Governo ed alla descrizione della città e campagna di Milano.

(5) Dal Bruschetti nella sua *Storia dei progetti delle opere per l'irrigazione del Milanese* vien detto che non vi è alcun dubbio « che prima della distruzione di Barbarossa scorrevano in Milano nei con« dotti sotterranei le acque dei piccoli fiumi Lambro, Seveso, Nirone ed Olona le quali servivano a « purgare la città dalle immondezze e lavare le lane, le tele le pelli e ad ogni altro uso di simili ma« nifatture e defluivano in seguito all'esterno col mezzo della Vecchiabbia ».

ove si potessero raccogliere e smaltire le acque pluviali e le lordure provenienti dalle case; al qual effetto i proprietari dovevano costruire gli occorrenti condotti di immittenza (1).

Si hanno tutti gli argomenti per ritenere che questo canale sia stato stabilito in gran parte nelle fosse delle antiche fortificazioni di Massimiano erculeo, come pure che l'attuale Seveso non sia altro che il vecchio canale Visconteo vedendosi tuttavia in molte tratte i muri delle antiche fortificazioni romane (2).

In questo canale indubbiamente dovevano scorrere le acque del fiume Seveso e probabilmente anche quelli del Nirone; ma in causa dei grandi cambiamenti avvenuti nello stato idrografico dei contorni di Milano, congiuntovi alla negligenza e trascuratezza della autorità edilizia scomparvero le acque del Seveso non che tutte le altre che potevano immettere; e fu d'uopo sostituire in seguito alcune acque del Naviglio della Martesana (metri cub. 0, 420 per secondo) all'oggetto di trasportare all'esterno le lordure e le dejezioni che si scaricavano nel canale (3).

Con siffatta origine del Canale Seveso, che è la sola fognatura esistente in Milano, emerge evidentemente che essa non corrisponde punto ai dettami dell'arte anche sotto il rapporto dell'igiene pubblica in quantoche le sponde sono costituite da murature antiche ed informi; lasciano disperdere le acque lorde, come del pari esse si disperdono dal fondo non esistendovi alcuna platea. La luce del condotto è sommamente irregolare e non proporzionata alla quantità delle acque che scorrono; di più non esiste alcuna ventilazione, per cui il canale può essere un fomite per la propagazione delle malattie infettive e non già di vantaggio all'igiene.

(1) Flamma. — *De gestis Azonis Vice comitis.*
Lattuada. — *Descrizione di Milano.*

(2) Bignami Sormani. — I canali della città di Milano. Anche l'ingegnere Bignami Sormani ritiene che il Canale Seveso occupi in molte parti le antiche fosse di Massimiano erculeo, come appare dalle vestigia che sono rimaste. Da queste vestigia si può ricavare e dedurre anche i confini dell'antica Milano.

(3) Il Giovio nella vita dei dodici Visconti scrivendo di Azzone viene detto che egli « condusse nella « città due fiumicelli molto comodi a spazzare le immondizie della città per sanità dell'aere cioè il « *Lirone e la Cantarana* i quali già sono quasi mancati perciocchè per negligenza pubblica oggimai « a poco a poco sono interrati e mancano di chi gli tenga netti ». Tutto ciò avveniva dopo circa un secolo da Azzone.

FOGNATURE MODERNE.

Norme generali che si adottano nelle Fognature Moderne.

Da molti si pretende, e con ragione, che nelle nuove fognature non dovrebbero scorrere che le deiezioni diluite, le acque lorde e le pluviali, ma giammai i corpi solidi e le scopature delle strade. In tal caso sarebbe d'uopo di proscrivere in modo assoluto il sistema di *tout à l'égout* stato adottato a Parigi, il quale consiste nel gettare nella canalizzazione il fango e le immondizie. In quanto alle materie escrementizie esse vi dovrebbero arrivare perfettamente fluide e diluite con molt'acqua, siccome altresì opinerebbe l'ingegnere Daniel E. Mayer che ha fatto un lungo studio sulle fognature e dal quale noi ne approfittiamo largamente

L'ingegnere inglese Lindley che in Germania ha costrutto delle canalizzazioni importanti essendo stato invitato dal borgomastro di Eberfeld di studiare due programmi per la canalizzazione di quella città, cioè l'uno coll'ammettere le materie escrementizie, l'altro coll'esluderle, rispondeva con ragione che un solo programma era bastante poichè la rete di fognatura sarebbe stata eguale in ambedue i casi.

A Berlino allorquando si trattò dei diversi sistemi da adottarsi nella sua fognatura, vale a dire quello *separatore* delle acque meteoriche, oppure il sistema *promiscuo*, la scelta cadde a favore di quest'ultimo per le seguenti considerazioni.

1.° Che le acque di pioggia che lavano le strade sono altrettanto sporche quanto quelle di fogna;

2.° Che nei condotti le acque meteoriche sono utili perchè vi formano una lavatura naturale;

3.° Che è preferibile sempre aver le fogne praticabili.

4.° Che è difficile in pratica ed in una grande città di mantenere rigorosamente la separazione delle materie fecali, dai condotti per le pluviali.

5.° Che è conveniente il sistema separatore solo quando in una piccola città le acque meteoriche possano defluire sulle superficie stradali.

6.° Che per le grandi città il sistema separatore è una doppia spesa;

7.° Che i sistemi tubolari inglesi, o quelli Waring, sono causa di parecchi inconvenienti e si è sempre in cerca di espedienti per farli funzionare.

In alcune città siffatti canali di fognatura non solo sono destinati a raccogliere le acque pluviali che defluiscono sulla strada o pervengono dalle case che vi fronteggiano; non solo ricevono le acque lorde e le materie fecali delle latrine ma comprendono altresì i tubi per la condotta dell'acqua potabile; quelli per tradurre il gas, finalmente i fili elettrici e telegrafici, come ha luogo a Parigi.

Il sistema seguito a Parigi cioè di comprendere tutti i diversi servizi nei canali di fognatura impegna necessariamente nella costruzione di grandi acquedotti dispendiosissimi, sia per assegnare a ciascun tubo, o filo, il posto che gli conviene sia per ottenere un comodo passaggio per gli operai, che devono curare le diverse tubazioni e diramazioni. Oltre a tutto questo si presentano diversi inconvenienti che dipendono particolarmente dalla presenza continua di operaj fra loro indipendenti e che sono del tutto estranei allo scopo principalissimo della fognatura. Gli è perciò che in molte città, fra le quali Milano, si sono esclusi dalla fognatura i condotti del gas dell'acqua potabile e dei fili elettrici essendosi provveduto per questi servizi mediante condotti separati.

1. — *Volume d'acqua e delle materie da defluire nelle fognature ed elementi delle spese di costruzione.*

Nei canali di fognatura devono defluire.

1.° Le acque provenienti dagli acquai delle case e le materie fecali delle latrine.

2.° Le acque destinate al servizio pubblico e quelle che servono all'industria.

3.° Finalmente le acque pluviali.

Il volume totale delle acque di scolo delle case è facile a determinarsi specialmente nelle città ove esiste una distribuzione pubblica delle acque.

A Parigi il servizio pubblico, vale a dire l'inaffiamento delle strade, le lavature dei canali, l'alimentazione delle fontane monumentali, ecc. ha una grande importanza impiegandovi più di 100 litri d'acqua al giorno per ciascun abitante. La sola lavatura dei canali consuma una gran parte di questo volume d'acqua, ma si considera un opera di lusso, non avendo luogo ciò nè a Londra, nè a Berlino, nè a Vienna.

Il consumo della famiglia si potrebbe soddisfare con meno di 100 litri d'acqua per abitante e per giorno.

In quanto all'acqua necessaria per l'industria essa in generale in una città non può essere di una grande importanza. Si può adunque ammettere che nella fognatura vi defluiscano giornalmente 150 litri d'acqua per persona ed anche meno come ha luogo a Berlino a Vienna ed anche a Parigi, astrazione fatta delle acque del servizio pubblico.

Ora chiamando con S il numero degli ettari servito dalla fognatura e con N il numero degli abitanti per Ettaro (1), il deflusso ordinario nella fognatura in metri cubici ogni 24 ore sarà generalmente espresso dalla formola:

$$q = 0,150 \text{ S N}$$

(1) Il numero medio degli abitanti per ettaro è:
300 a Parigi
200 a Berlino.

e se viene ripartito sopra 12 ore questo deflusso totale, si avrà un valore ammissibile di deflusso medio per secondo:

$$Q = 0,000\,00347 \times S\,N$$

L'esistenza delle grandi industrie consumando molt'acqua può influire a rendere debole questa valutazione. Uno stabilimento a vapore di 500 cavalli con condensazione consuma soltanto esso una quantità d'acqua superiore al consumo domestico di tutta una dittà di 20 mila abitanti.

In ogni caso il deflusso ordinario può essere facilmente valutato, quantunque variabile da un giorno all' altro.

Non è così riguardo alle acque pluviali.

Se viene ripartita la quantità d'acqua che riceve annualmente il bacino servito dalla fognatura sulla durata totale di un anno, si otterrà una cifra generalmente inferiore di quella che abbiamo quì indicata come cifra ordinaria. Ma questa quantità media non ha qui alcun interesse. Si tratta invece di conoscere la durata delle pioggie in relazione all' acqua caduta. A Parigi per esempio cade annualmente uno strato d'acqua di circa 0, 600; e dalle osservazioni meteorologiche si ha che la durata della pioggia è del 0, 052 del tempo totale. L'intensità media di una pioggia per ettaro e per secondo sarà adunque in metri cubici:

$$\frac{6,000}{365 \times 86,400 \times 0,052} = 0.\,00366$$

di una tale quantità d'acqua una parte soltanto arriva alla fognatura in causa della perdita per infiltrazioni nel suolo e per l'evaporazione.

A Parigi tali perdite per filtrazione e per evaporazione sono poco considerevoli, in quantochè la maggior parte della superficie è fabbricata o pavimentata, si può ammettere che soltanto $^2/_3$ dell' acqua caduta va alla fognatura; ed effettuando le calcolazioni sopra questa base si troverebbe che il deflusso nella fognatura durante una pioggia media sarebbe doppia del deflusso ordinario (1).

In Milano la quantità media della pioggia annuale è di millim. 998 per cui si può ritenere, senza un errore sensibile di 1 metro. In questa città la quantità della pioggia ha due massimi e due minimi all' anno. La massima quantità

135 a Vienna.
133 a Levallois-Perret (Senna).
90 a Neully sulla Senna.
50 a Boulogne sulla Senna.
261 a Milano (città murata).
340 a Torino.
950 a Napoli nelle parti basse ed in media 600.

(1) Si tratta del deflusso totale durante tutto il tempo di una pioggia media. Il deflusso per secondo, dovuto a questa pioggia, sarà in generale molto minore di quello quì indicato, inquantochè bisogna tener conto anche del tempo impiegato a giungere alla fogna. È raro il caso in cui la fognatura scarichi quindi $^1/_6$ dell'acqua caduta nello stesso tempo sul bacino colante.

ha luogo ordinariamente nei mesi di Ottobre e Novembre, in ognuno dei quali possono cadere da 110 a 120 millim. di acqua. La minima quantità d'acqua si verifica in febbrajo e luglio. In ciascuno di questi mesi possono cadere da 60 a 70 millim. d'acqua. Ma si hanno spesso delle quantità massime di pioggia, come sarebbe quella avvenuta nell' ottobre del 1872 che raggiunse l' altezza di 376 millimetri.

Dalle osservazioni meteoriche fatte nell' intervallo di un secolo si ebbe che il numero medio annuale dei giorni piovosi è di circa 90. Nel corso dell' anno a Milano la serenità oscilla dal 30 al 77 per cento.

Comunque sia, le precedenti considerazioni non forniscono il massimo volume dell'acqua pluviale da scaricarsi dai condotti, inquantochè vi sono delle pioggie e degli uragani violenti che in pochi minuti cadono quaranta o cinquanta volte più d'acqua di quella indicata nel calcolo precedente. Belgrand ha calcolato che possa cadere in un minuto secondo metri cubici 0, 125 per ettaro, ed il Bazin dà per Digione l'indicazione di un millimetro per minuto, ossia di met. cub. 0, 160 per secondo e per ettaro.

A Milano nel 1825 l'altezza massima caduta in un uragano salì a 22 millim. all' ora che corrisponde ad ogni ettaro al volume di met. cub. 0, 061.

Dalle osservazioni fatte a Capodimonte in Napoli si ebbero i seguenti risultati:

8	Luglio	1867	millimetri	43	in	50	minuti
8	»	1877	»	43		55	»
16	Settembre	1878	»	56		30	»
30	»	»	»	38		30	»
6	»	1870	»	27		35	»

A Napoli i nubifragi hanno una durata sempre minore di un ora e per lo più non vanno oltre la mezz' ora.

Riesce però assolutamente inutile di esigere che i canali di fognatura abbiano una sì grande capacità di scolo.

Vi sono delle perdite come già si disse per l' infiltrazione e per l'evaporazione. Il vuoto totale della rete di condotti non si può trascurare per rapporto alla quantità d' acqua che cade in via eccezionale; e se le pioggie sono violenti durano in generale per breve tempo.

Il Belgrand prendendo in considerazione questi diversi punti del problema calcolò che a Parigi la fognatura doveva scaricare per secondo un volume di acqua pluviale eguale ad $^1/_3$ della massima caduta ossia:

$$\frac{\text{met. cub. } 0,125}{3} = \text{met. cub. } 0,04167 \text{ per ettaro}$$

A Zurigo furono instituite delle esperienze delicatissime per determinare la massima quantità dell' efflusso delle acque pluviali nei canali di fognatura. Si concluse che nelle condizioni normali la complessiva quantità d'acqua che giunge

alle fogne per effetto di pioggia ascende tutt' al più al 70 per cento dell' acqua caduta. Ma la massima portata per secondo sta fra $^1/_3$ ed $^1/_2$ dell'acqua mediamente caduta per ogni secondo durante la pioggia. E tenendo conto della durata della massima intensità, rispetto a tutto il periodo della pioggia, il rapporto si riduce fra $^1/_4$ ed $^1/_3$.

A Dresda l' ingegnere Mank ha fatto il seguente esperimento « Una pioggia caduta il 2 Luglio 1877 che ha dato millimetri 49, 8 in un'ora, si ridusse nella fogna della *Ostra-Allée* alla portata di una pioggia continua di millim. 10, 187 all'ora. La superficie di strade lastricate cortili e casamenti insieme essendo di Met. q. 800, 000 ne ricavò il rapporto fra la portata nelle fogne e la pioggia caduta di 1 a 4, 60.

Lo stesso Mank ha esperimentato che tanto più piccoli sono i bacini tanto più il volume d' acqua meteorica affluente in ogni unità di tempo nel canale si approssima a quello che realmente cade; avviene l' inverso coll' ingrandirsi del bacino. E tenendo conto dell'estensione di questo sulla base di un altezza massima di pioggia di millim. 64, 80 in un ora, determinò una scala i cui estremi e l' intermedio sono i seguenti.

Per un bacino da 0 a 25 000 met. quad. l' altezza di pioggia convogliata si riduce a 58 millim.

Per un bacino da 300 000 a 400 000 metri si riduce a 20 millim.

Per un bacino di 800 000 metri e più a 14 millim.

Nella canalizzazione della fognatura di Berlino si ritennero i seguenti elementi: massima altezza di pioggia millim. 24 in un ora, della quale altezza viene convogliata alle fogne per un terzo e $^2/_3$ vanno dispersi, per cui la portata della fogna è basata sulla quantità di 8 millimetri all' ora.

Ammesse le circostanze che si verificano a Parigi si potrebbe accettare la cifra di Belgrand cioè metri cubici 0, 04167 per ettaro, sottraendo però la superficie dei giardini dei terreni coltivati.

Calcolando in tal maniera il deflusso massimo nella fognatura di Parigi per le acque pluviali ne risulta un deflusso maggiore di 30 volte quello ordinario.

Alcuni ingegneri inglesi hanno proposto di far prevalere in qualche città il sistema delle due canalizzazioni, l'una per le acque pluviali, l'altra per le acque lorde provenienti dalle case, appoggiandosi in ciò che tali condotti non possono convenire a due scoli di condizioni cotanto differenti.

Ma questo sistema oltre che riesce di gran lunga più costoso non permette di utilizzare delle acque di pioggia per ripulire i condotti con un più abbondante deflusso ed una velocità maggiore, in conseguenza di che nella massima parte dei casi, questo sistema non viene seguito, adottandosi soltanto in alcune circostanze speciali, una canalizzazione distinta per le acque provenienti dai grandi acquazzoni siccome venne praticato a Varsavia e siccome fu proposto per la fognatura di Napoli.

Al volume delle acque pluviali si deve inoltre aggiungere quello dei liquidi e delle materie provenienti dalla fognatura domestica, vale a dire le acque lorde degli acquai e dei *water-closet* e le dejezioni solide e liquide.

In quanto al volume delle acque lorde esso dipende essenzialmente dal numero degli abitanti, dalla quantità d'acqua potabile di cui si può disporre e dal maggiore o minore consumo secondo il grado di civiltà e di pulitezza. Il Parches ha trovato che per ciascun abitante e per giorno per gli usi domestici vi occorrono 54 litri d'acqua.

Secondo l'igienista inglese Lutham vi occorrono litri 4, 54 per ogni seduta di latrina. A Parigi ed a Napoli ne richiedono invece 10 litri.

Giusta Arnod ogni abitante produce al giorno grammi 976 di dejezioni, ossia liquide 897 e 79 solide. Il solido sta al liquido come 1 a 11. Secondo il Pettenkofer si avrebbero di materie fecali Chilogr. 34, di orine Chilogr. 438 e di acque lorde dagli acquai Chilogr. 90 e ciò per ogni persona e per anno. Si nota che per ciascun metro cubico di dejezioni si ha il peso medio di Chil. 1100. Si ammette da molti che le dejezioni di un corpo umano siano per un medio di 2 litri al giorno per persona.

Con questi dati si potrà valutare con bastante approssimazione il volume giornaliero delle acque lorde e delle dejezioni che deve accogliere la fognatura.

Elementi di spesa per la costruzione dei canali. — Le dimensioni dei canali e conseguentemente la spesa di una fognatura dipende da due elementi, vale a dire dalla quantita d'acqua da scaricarsi e dalla pendenza disponibile.

A circostanze eguali la spesa di costruzione di una fognatura sarà altrettanto minore quanto più la pendenza del terreno sarà maggiore.

Se si denominano con r il raggio di un tubo oppure la semilunghezza di un condotto ovoidale, la velocità dell'eflusso è proporzionale a $\sqrt{r^2 I}$; raddoppiando non si diminuirà r che del 15 per 100; e triplicandolo del 25 per cento. Ora tanto nel caso di una galleria in muratura, quanto dei tubi, la spesa di costruzione di una fognatura aumenta più presto di r ma molto meno presto che r^2. Laonde a meno che il rapporto medio delle pendenze da una città all'altra raggiunga delle cifre eccezionalmente grandi, la variazione dell'importanza delle opere non sarà considerevole.

La spesa per la costruzione di una fognatura per ogni abitante dipenderà dalla densità della popolazione e tenderà ad aumentarsi nello stesso tempo che questa diminuisce.

Infatti confrontiamo una stessa lunghezza di fognatura in due città che abbiano una differente densità. — Il deflusso ordinario sarà proporzionato alla densità. In quanto alle acque pluviali si può fare un ipotesi favorevole alla città che abbia una densità minore che di ammettere per la diminuzione delle superficie lastricate e fabbricate una riduzione di volume di tali acque proporzionale a quello del deflusso ordinario. Una stessa lunghezza di fognatura, secondo questi dati, dovrà avere nelle due città una capacità di scolo proporzionale agli abitanti vale a dire al numero N di abitanti per ettaro. Dunque per uno stesso valore di I, N sarà proporzionale a $\sqrt{r^s}$ ovvero r proporzionale ad $N^{\frac{2}{s}}$. Si al-

lontana di poco dai risultati dell'esperienza ammettendo che la spesa per la costruzione di una fognatura è proporzionale ad $r^{\frac{s}{4}}$. Si vede adunque che la spesa di una stessa lunghezza di fognatura nelle due città sarà approssimativamente proporzionale alla radice quadrata della densità e la spesa per ogni abitante inversamente proporzionale a questa stessa radice quadrata.

2. — *Disposizione generale di una rete di fognatura.*

Nella massima parte delle città le vecchie fognature si sono stabilite secondo le linee della maggior pendenza del terreno onde così scaricare le acque il più presto nei fiumi.

Poi allorquando l'inquinamento delle acque nel fiume nell'attraversamento della città diventò insoffribile, venne il pensiero di costruire un collettore laterale al fiume stesso per raccogliere le acque della fognatura e condurle a valle della città. Questa disposizione venne adottata a Londra costruendo sulla destra del Tamigi un grande collettore per il piano basso e due altri collettori superiori che vanno a congiungersi al primo a Greenwich per costituire un solo collettore fino ai serbatoi. — La stessa cosa venne fatta sulla sponda sinistra del fiume ove trovasi un collettore basso che segue in gran parte l'andamento del fiume e nel quale vi defluiscono il collettore medio e quello dell'alto piano concongiungendosi a Lift per procedere in un solo emissario sino al serbatojo. Questo secondo provvedimento può essere considerato come definitivo a meno che non vi concorrano circostanze particolari come ebbe luogo a Monaco. A Vienna e Budapest ove il fiume in tempo di piena ha un deflusso enorme e sommamente rapido per cui a valle della città non si formano dei depositi che a grande distanza e quindi riescono totalmente innocui alla salute. Ma il più spesso queste condizioni non si possono soddisfare cosicchè si è costretti di depurare le acque delle fognature. In tal caso queste acque vengono convogliate a valle della città ove torna più conveniente. Così a Berlino ove il terreno è piano si ebbe il vantaggio di adottare una soluzione nuova, che si può chiamare sistema radiale, ove le fognature vanno dal centro a diversi punti scelti sulla periferia dai quali mediante macchine le acque vengono sollevate per irrigare i campi circonvicini. Questo sistema che si trovò molto appropriato per Berlino non potrebbe convenire in un suolo meno piano e per una città di secondo ordine.

A Parigi vi sono tre collettori principali, vale dire quello della sponda destra della Senna che conduce ad Asnières; il collettore della sponda sinistra che si unisce nel precedente a Clichy dopo di avere sottopassato il fiume mediante un sifone; finalmente il collettore del nord che raccoglie le acque degli alti piani. In questi tre collettori vanno a scaricare tutti i canali della fognatura dell'intera città.

Nella fognatura di Varsavia il Lindley trovò di costruire una serie di collettori sopra tutta la superficie della città nella direzione da mezzogiorno a tra-

montana parallelamente all' alveo della Vistola, riunendoli in un solo collettore generale il cui sbocco è tale da assicurare lo scarico delle acque anche nelle maggiori escrescenze del fiume.

La città di Francfort trovandosi intersecata dal fiume Meno rimane divisa in due parti. Nella sua fognatura il Lindley (padre) escluse il sistema *perpendicolare* e preferì invece i collettori *longitudinali*, in quantoche non si aveva con ciò che di tradurre le sole acque della zona a monte. Venne separata la parte alta dalla parte bassa della città costruendo dei collettori in direzione pressoche parallela al fiume, riunendo quelli di ciascuna serie in emissarj speciali. Ai collettori fece convergere le fogne secondarie nella direzione ortogonale al fiume cioè secondo il massimo declivio del suolo.

Nella fognatura di Bruxelles si conservarono in gran parte le antiche condutture, le quali avevano il loro scarico nella Senne; ma in causa delle esalazioni pestifere emanate dai depositi lungo le sponde del fiume le nuove fognature eseguite dal 1867 al 1875, si fecero scaricare a valle della città ed alla distanza di circa 5 chilometri. Se non che durante le piene del fiume, che si elevano da m. 1, 55 a m. 4, 90 sullo sbocco dell'emissario delle fogne, è necessario di sollevare con macchine le acque delle stesse fogne per scaricarle nel fiume, nello stesso modo che ha luogo a Budapest.

Nelle proposte fatte per la fognatura di Napoli il cui progetto venne approvato ed i lavori sono già in corso di esecuzione, si comprendono tre collettori uno di essi è destinato esclusivamente per le acque meteoriche delle colline le quali si scaricano direttamente al mare, gli altri due collettori raccolgono tanto le acque lorde e le dejezioni quanto le acque pluviali scaricandole nel mare alla distanza di chilom. 15, 50 in prossimità di Cuma.

3. — *Della forma delle fognature e del loro profilo longitudinale.*

Indipendentemente dalla quantità d' acqua, dei liquidi e delle materie convogliate nel canale di fognatura, la sua sezione trasversale dovrebbe avere delle dimensioni bastanti per poter eseguire comodamente le opere di riparazione e di manutenzione e quindi essere di facile accesso agli operai. A tal fine basterebbe la larghezza di m. 0, 80 e l'altezza di m. 1, 30, quando peraltro non si comprendessero nella fognatura i tubi per l'acqua potabile per il gas, i fili elettrici ed altri servizi, nel qual caso le dimensioni di altezza e larghezza dovrebbero necessariamente aumentare.

Ma lo scopo precipuo a cui si deve aver riguardo nella costruzione del canale di fognatura, astrazione fatta dagli altri servizi che vi si vogliono accumulare, sì è quello di far in modo di non aver bisogno della mano d' opera degli operaj per lo sgombro dei depositi o delle ostruzioni che si possono verificare. Che sia possibile di raggiungere questo scopo lo dimostrò l' esperienza di molte città inglesi e tedesche fra le quali basterà citare la città di

Francfort sul Meno ove il 20 per cento della fognatura consiste in tubi ed il 50 per cento in Gallerie dell'altezza di m. 0, 93 (1).

« Lo sgombro della rete si eseguisce esclusivamente dall'acqua e col sussidio di un sorvegliante e di 5 operaj; molte tratte della fognatura si conservano esse medesime sgombre, altre hanno bisogno di uno spurgo periodico, per togliere dal fondo i depositi di sabbia, limo ed altre sostanze. Questo servizio di sgombro costa L. 10 000 all'anno per 143 chilometri di rete ».

Non si deve però credere che questi eccellenti risultati si ottengano con un gran volume di acqua poichè nel momento in cui furono costrutte le linee precitate la città di Francfort non aveva a sua disposizione che un volume d'acqua inferiore a 150 litri per abitante e per giorno, che è la quantità normale che si adotta più comunemente.

Questo esempio non è il solo, poichè l' esperienza ha dimostrato che in una città ove il declivio non sia sommamente piccolo, ed ove il consumo dell'acqua si avvicini ai 150 litri per abitante e per giorno, una rete di fognatura deve sgombrarsi colle sole acque. Basterebbe di prendere delle misure tali da impedire l' introduzione nei condotti dei corpi solidi ed ingombranti.

L'Ingegnere inglese Baldwin Latham in un'opera sopra tali questioni ha stabilito, dietro un gran numero di esperienze, a m. 0, 62 la velocità media, al disotto della quale non si deve discendere per impedire i depositi nella fognatura.

E l' Ingegnere in capo Haywood calcola che la velocità di m. 0, 90 è insufficiente per trasportare le sabbie, ma che il fango comincia a muoversi sotto l' azione della velocità di m. 0, 30.

Il Freycinet e con esso gli ingegneri inglesi Bateman ed Hemans dichiarano che la pendenza di m. 0, 20 per chilometro può bastare per il deflusso dei liquidi anche in seguito alle esperienze fatte a Londra. Ma secondo Edoardo Widmer essa si dovrebbe aumentare. A Bruxelles, per esempio, è di m. 0, 30 per chilometro. A Berlino da m. 0, 36 a m. 0, 50, ed a Danzica da m. 0, 42 a metri 0, 67.

Il Fonssagrives accenna ad esperienze fatte in Inghilterra in cui l' acqua di un acquedotto, colla velocità di m. 0, 16 al secondo, aveva trasportato dei mattoni alla distanza di 1700 piedi inglesi (m. 58).

Ed il Fichera cercò di dimostrare teoricamente la sufficienza della velocità di metri 2, 40 al secondo per trascinare qualunque corpo immerso nell'acquedotto.

Supponiamo, egli dice, che sia caduta nell'acquedotto una pietra del peso di 3 chilogrammi, la quale presenti normalmente all' urto dell' acqua una superficie projettata di un decimetro quadrato, ed abbia il volume di decimetri cubici 1, 20. L' altezza corrispondente alla velocità di m. 2, 40 al secondo, è m. 0, 20; così la colonna d' acqua spingente la pietra equivarrebbe ad una forza di:

$$0,20 \times 0,01 \times 1000 = 2,90 \text{ chilogr.}$$

(1) Veggasi a tale riguardo il rapporto dell' Ingegnere Lindley sulla canalizzazione di Francfort intorno al quale ci occuperemo più innanzi.

Il corpo immerso nel liquido ha perduto il peso di chilogr. 1, 20 e conserva quello di chilogr. 1, 80. Ciò che resiste al movimento della pietra è il suo attrito col fondo dell'acquedotto; che pure ammettendolo col coefficiente di 0, 50 darebbe per ostacolo opposto dalla pietra ad essere trascinata:

$$\text{Chilogr. } 1,80 \times 0,5 = 0,90 \text{ chilogr.}$$

Dunque se chilogr. 2, 90 rappresenta la forza che spinge la pietra a chilogrammi 0, 90 quella che resiste alla spinta è chiaro che la pietra si deve muovere (1).

La Commissione istituita a Lisbona per lo studio della fognatura in quella città, dopo molte discussioni trovò di adottare le seguenti massime:

a) Nelle strade che hanno soltanto 6 metri di larghezza i condotti dovrebbeto avere la sezione appena necessaria per lo scolo dei liquidi; nelle strade più larghe si dovrebbero adottare delle sezioni capaci per poter visitare i condotti.

b) La velocità del defiusso non dovrebbe essere in nessun punto inferiore a metri 0, 67 per secondo, e ciò nelle fognature di grandi dimensioni; nelle fognature con dimensioni medie, del diametro da m. 0, 30 a m. 0, 60, la velocità dovrebbe essere di m. 0, 70 e di m. 0, 91 nei piccoli condotti.

Per le quali cose si deve conchiudere che lo smaltimento delle materie si otterrà più o meno prontamente ogni qualvolta sarà più o meno maggiore la velocità media nella fognatura.

Nella fognatura di Varsavia il Lindley ha stabilite le seguenti pendenze.

Al Collettore principale venne assegnata la pendenza di metri 1 sopra 250 metri di lunghezza che corrisponde al 4 per mille.

Al Collettore più elevato la pendenza al principio è dell' 1, 66 per mille; indi aumenta sino al 2 per mille, di poi al 4 per mille e finisce col 2, 20 per mille.

Ma tutto questo fu in conseguenza delle condizioni altimetriche del terreno sul quale si operava e non già per un' idea preconcetta.

Le dimensioni dei canali di fognatura vanno determinati in guisa di ottenere la *massima* velocità nel deflusso; e siccome questo massimo di velocità per una data quantità di acqua corrisponde al minimo della sezione, così vi è tutto l'interesse di usare la maggior economia di costruzione per ottenere questo risultato.

A Parigi si hanno delle prove evidenti di questi fatti; colà si sono costrutte delle grandi gallerie coi cunicoli della larghezza di m. 0, 50, anche laddove vi era una piccola quantità d' acqua. Questo filetto d'acqua, estendendosi su tutta la larghezza della platea, perde della sua velocità e produce dei depositi. Si può rimediare a tale diffetto costruendo una galleria con un piccolo cunicolo siccome venne praticato in alcune località.

In seguito alle esperienze di Bazin sulle dimensioni del diametro del cu-

(1) FICHERA. — Risanamento delle città.

nicolo ove le pareti siano mediamente liscie si ebbero i seguenti risultati intorno al coefficiente da applicarsi nella formola pratica pel deflusso delle acque:

$$\frac{S}{P} I = K v$$

nella quale si ha:

S Area della sezione bagnata (in metri);
P Perimetro bagnato;
I Pendenza per chilometro;
v Velocità media del deflusso per secondo;
K Coefficiente empirico.

Questo coefficiente empirico, pei valori di $\frac{S}{P}$, che si chiama *raggio medio*, risulta dalla seguente Tabella:

$\frac{S}{P} = 0,50$	$K = 0,2166$
0,25	0,2432
0,125	0,2964
0,100	0,323
0,075	0,3667
0,050	0,456

Il coefficiente 0,33 uniformemente ammesso dal Belgrand a Parigi rappresenta adunque un valore medio troppo forte, pei grandi condotti, e troppo limitato pei piccoli tubi, ma che si può ritenere abbastanza esatto nella maggior parte dei casi.

In quanto al profilo trasversale, o sezione della fognatura, in vista delle grandi variazioni che subisce il deflusso ordinario al deflusso massimo, la conclusione, secondo la formola, sarebbe che la forma migliore del condotto dovrebbe avere la platea od il fondo circolare, il cui diametro sarebbe determinato dalla considerazione del deflusso ordinario e si allargherebbe in seguito per offrire al deflusso massimo una capacità bastante.

La sezione rettangolare venne quindi proscritta, e ciò pei seguenti motivi cioè:

1.° Perchè non si può ottenere l'impermeabilità del condotto colla presenza degli angoli dai quali succedono sempre le infiltrazioni dei liquidi.

2.° Perchè i filetti fluidi, presso gli angoli retti inferiori, incontrando molto attrito vi depositano le materie in sospensione e sono di poi la causa della putrefazione.

3.° Perchè ogniqualvolta si ha una tenue quantità d'acqua la corrente ha una piccolissima altezza, per rispetto alla larghezza, e quindi la velocità è piccolissima.

4.° Finalmente perchè il rapporto tra la superficie della sezione ed il suo

contorno non è il massimo e quindi la velocità a parità di liquido fluente non è la massima.

Nella fognatura di Oxford la cui lunghezza è di 72 chilometri si hanno i canali per $^3/_{10}$ circa colla sezione ovoidale costrutta con muratura di mattoni, ed i restanti con tubi a sezione circolare formati di *gres*. Le dimensioni dei primi varia da m. 1, 32 per m. 0, 90, e da m. 0, 60 per m. 0, 46. Il diametro dei secondi è da m. 0, 36 a m. 0, 18 colla pendenza minima del m. 0, 56 per mille. Ma è da notarsi che in queste fognature non sono ammesse le acque pluviali che per $^1/_{20}$ del loro volume le quali vanno a defluire nei vecchi condotti che esistevano sotto le strade.

La velocità della corrente si accresce altresì in ragione diretta delle pareti più o meno liscie. A tale riguardo in seguito agli studi intrapresi da Darcy e Bazin venne data dai medesimi la seguente formola:

$$v^2 = \frac{\frac{S}{P} I}{\alpha \left(I + \beta \frac{P}{S} \right)}$$

in cui v è la velocità; S la sezione bagnata; P il contorno di questa sezione; I la pendenza per metro, α e β sono coefficenti variabili colla natura delle pareti:

per pareti molto liscie $\alpha = 0,00015$ e $\beta = 0,03$

per pareti poco unite $\alpha = 0,00024$ e $\beta = 0,25$

Con essa si dimostra che colla levigatezza delle pareti decresce il denominatore, quindi aumenta la velocità.

Benchè la forma ovoidale sia teoricamente la più vantaggiosa per un deflusso variabile ciò nullameno nella pratica molte volte si impiegano i tubi circolari sia in gres che in calcestruzzo di cemento Portland. A Parigi si usano i tubi di gres verniciati che presentano una superficie liscia e non sono intaccati dagli acidi che si contengono nelle acque di fognatura; ma in tal caso nella posizione in opera dei tubi si esige la massima cura e che siano disposti sopra rettilinei. Questa canalizzazione non conviene che alle strade strette e regolari, e non già a quelle irregolari e tortuose.

A Berlino ove i $^4/_5$ della canalizzazione consiste in tubi, venne adottato per le strade larghe un eccellente sistema. Esso consiste nel collocare due tubi sotto i marciapiedi. Questa disposizione evita gli scavi nella carierra e riduce di molto la lunghezza delle diramazioni provenienti dagli sbocchi delle case, le quali conservano una pendenza bastante al deflusso delle acque allorquando la fognatura è poco profonda. Sembra che la stessa disposizione sia stata adottata a Roma nelle nuove fognature.

L'impiego dei tubi si proporrebbe per le pendenze convenienti dal diametro di m. 0. 24 a quello di m. 0, 50. A Francfort si adottarono i tubi ovoidali dell' altezza di m. 0. 93 e della larghezza al fondo di m. 0, 62, formati da calcestruzzo di cemento Portland; essi costituiscono la maggior parte della canalizzazione.

Col diametro di m. 0, 50, e colla pendenza dell'uno per cento, si ha un deflusso di m. c. 0, 365 per secondo ossia in ragione di 0, 04167 d' acqua pluviale per ettaro corrispondente ad un bacino di 9 ettari; e qualora i $^2/_3$ del bacino siano a giardini od a terreni coltivati, potrà servire per 27 ettari.

A Francfort basta soltanto la corrente a conservare sgombri i canali, come già venne detto più sopra.

Non succede lo stesso a Berlino ove esistono altresì delle gallerie in muratura dell'altezza da m. 0, 90 ad 1 metro, ma ove le pendenze sono eccessivamente limitate. Malgrado le precauzioni prese per evitare l'introduzione della sabbia in queste fognature essa si depone al lungo di tali gallerie, e per effettuare lo sgombro necessitano gli operaj che devono eseguire un lavoro sommamente penoso. Lo stesso inconveniente, dovuto al diffetto di pendenza, si presenta altresì nei tubi ma in circostanze meno gravi, poichè basta di far passare delle spazzole tirate da funi nei tubi, che tendono ad ostruirsi, per sgombrarli interamente.

Un collettore generale di forma ovoidale, simile a quello delineato nella figura 7 dell'altezza di m. 2 e della larghezza massima di m. 1, 66 colla pendenza dell'uno per mille, pieno soltanto sino alle imposte della vôlta scaricherà m. c. 1, 70 per secondo. È questa una quantità tre volte maggiore del deflusso ordinario di una città di 150 000 abitanti.

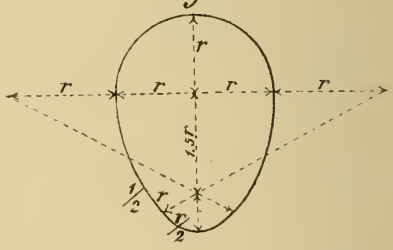
Spiegazione della figura 7

Larghezza all'imposta	$2\ r$
Simile al centro del cunicolo	$^1/_2\ r$
Altezza del condotto	$3\ r$
Sezione totale del condotto	$4,46\ r^2$
Perimetro	$7,84\ r$

Capacità d'efflusso (pieno) $\frac{3,363}{\sqrt{K}} \sqrt{r^s I}$

$= 5,80 \sqrt{r^s I}$ per K. 0, 33

Fig. 7



In una città adunque di 100 000 abitanti, anche nel caso che la popolazione tenda ad aumentarsi rapidamente, con un acquedotto di questa grandezza si potrà scaricare facilmente non solo le acque lorde ma altresì le pioggie medie.

Da tutto questo emerge che i più piccoli collettori di Parigi, che hanno l'altezza di m. 2, 30 anche nelle strade poco larghe, presentano delle dimensioni eccessive.

4. — Struttura dei condotti.

Gli igienisti si sono curati assaissimo nel prescrivere che le pareti ed il fondo dei condotti siano resi impermeabili e quindi costrutti con buoni materiali e che possano resistere all'azione continua della corrente. Per ottenere questo scopo si devono adunque escludere i materiali assorbenti, quali sono le pietre tufacee, i mattoni malcotti, oppure formati con terre argillose non depurate; ed i muri vanno orditi con malta di cemento, oppure idraulica, mista colla sabbia della migliore qualità. Si deve poi avere la massima cura nella esecuzione delle stesse murature per cui vanno applicati degli operaj abbastanza esperti (1).

Se si volge uno sguardo alle fognature fin qui eseguite si scorge che la massima parte di esse venne costrutta con mattoni orditi con cemento o malta idraulica; ma dopo le applicazioni fatte a Londra ed a Milano il calcestruzzo di cemento viene adottato assai vantaggiosamente, sia fondendolo sul posto, sia foggiandolo a prismi debitamente induriti prima della loro posizione in opera.

In Inghilterra e nelle profonde trincee i condotti, siano circolari od ovoidali, allorchè le dimensioni non superano i m. 0, 90 di altezza, si usano i mattoni collocati nel senso della larghezza, ossia colle pareti della grossezza di m. 0, 114. Pei condotti di maggiori dimensioni, ossia fino all'altezza di m. 1, 85, si collocano i mattoni secondo la loro larghezza, ossia le pareti e la vôlta sono grossi metri 0, 228. Aumentando le dimensioni interne del condotto se ne accresce contemporaneamente la grossezza delle pareti; così nei grandi collettori si hanno le dimensioni di m. 0, 45 e di m, 0, 67 ossia di due o tre mattoni.

In questi ultimi anni a Londra i canali secondarj sono formati da calcestruzzo come già si disse, rivestiti da uno strato sottile di mattoni. A Ginevra, dove il collettore generale della sponda sinistra del Rodano ha le dimensioni variabili in altezza da m. 2, 06 a m. 3, 20 colle larghezze da m. 1, 30 a m. 2, 30, il con-

(1) I mattoni di buona qualità e che vanno impiegati nella costruzione delle fognature devono presentare le precise dimensioni che furono prescritte, ben modellati cotti a giusta misura, senza bava, semi interi, di un suono chiaro ed acuto, nella frattura di una grana fina e compatta, e privi di particelle calcari. Quelli deformi, screppolati, rotti, sfarinati negli spigoli, diacciuoli, di un suono sordo e cupo, porosi, terrei e vitrei nella frattura, i mattoni malcotti ed i *ferrioli*, così denominati dal loro colore bigio ferreo e che per essere stati cotti con troppa violenza sono resi vetrificati, si devono ricusare. Infatti un mattone quando è vetrificato non fa presa colla malta e non è più suscettivo d' impiego, sia per la sua deformità, sia pel taglio difettoso.

Il pregio che i mattoni antichi avevano sui nostri, si deve attribuire non già alla qualità dell'argilla, ma bensì alla diligenza che si usava nel prepararla, purgarla, aerarla, ed impastarla; come ancora alla condotta ben regolata del fuoco non mai interrotto il quale cominciando con lentezza deve crescere sempre a gradi e non giungere al sommo se non quando il calore è penetrato sino al centro dei mattoni ed è svolta interamente l'umidità. Tutte queste condizioni vengono soddisfatte facendo cuocere i mattoni nei forni a fuoco continuo.

dotto venne gettato ad anelli di calcestruzzo di cemento di S. Sulpizio, colle grossezze variabili da m. 0, 25 a m. 0, 35.

Le fognature in Milano, costrutte in calcestruzzo di forma ovoidale, tanto fuso sul posto e rese perciò monolitiche, quanto coll'impiego dei prismi, che hanno le dimensioni interne di m. 1, 80 di altezza per m. 1, 50 di larghezza, le pareti sono grosse uniformemente m. 0, 30, ed il calcestruzzo è formato da tre parti di ghiaia vagliata, 2 di sabbia ed una di cemento idraulico denominato Portland (2).

Nelle fognature tedesche il materiale impiegato è generalmente il mattone, meno nelle fognature di Breslavia nelle quali la platea è di granito. A Francfort i condotti sono di $^1/_2$ mattone ossia di un mattone disposto in larghezza; a Berlino di un mattone intero in altezza.

A Bruxelles i collettori a banchine sono di mattoni grossi alla serraglia metri 0, 58, ma nei canali secondarj hanno lo spessore costante di m. 0, 18.

Nella fognatura di Varsavia furono impiegati i mattoni per la formazione delle spalle e della vôlta con malta di cemento. Questa malta dapprima era formata da una parte di cemento e tre di sabbia della Vistola; da ultimo venne sostituita la malta nella proporzione di 1 di cemento sopra 4 di sabbia; in ambedue i casi il risultato fu eccellente. Questi muri furono in parte rivestiti di gres, ad eccezione del fondo in cui si impiegarono dei prismi di cemento idraulico per avere la superficie più liscia.

A Londra il calcestruzzo è formato da 7 parti di sabbia e pietrisco, e da una parte di Portland. Però secondo il Latham questa malta sarebbe troppo magra ed invece egli adottò la proporzione di 5 parti di sabbia e di pietrisco per una parte di cemento.

Laonde le proporzioni adottate dal Latham sono conformi e quelle seguite in Milano ove si ebbero dei risultati molto soddisfacenti.

Nella costruzione dei canali di fognatura in Napoli essendo conveniente l'impiego del tufo e delle pietre vulcaniche, venne prescritto l'intonaco interno di cemento idraulico dello spessore di 5 centimetri all'oggetto di provvedere all'impermeabilità dei muri.

(2) Il cemento artificiale, denominato anche *Portland*, è costituito da marne calcari di diversa composizione mescolate insieme coll'aggiunta di creta pura o d'argilla in modo di ottenere un miscuglio che presenti esattamente, allo stato secco, la composizione necessaria, che è di circa il 78 per cento di carbonato di calce e del 22 per cento di argilla e qualche centesimo di ossido di ferro e di calcari.

I cementi preparati a dovere sono di un grigio più o meno carico, leggermente verdastro ed in polvere la più fina possibile. Si devono rifiutare tutti i cementi che lasciano una quantità sensibile di residui sullo staccio di tela metallica N. 2 di 185 larghezze di maglia almeno ogni decimetro.

La densità del cemento artificiale è uno degli indizi più certi della sua buona qualità. Un ettolitro di cemento raso e non compresso pesa da chilog. 1400 a chilog. 1600. Si devono quindi rifiutare tutti i cementi che hanno meno di 1200 chilogrammi di peso.

La malta formata di una parte di cemento e da due parti di sabbia, non deve far presa in un tempo minore da 6 a 10 ore. Laonde la malta di cemento può essere impiegata nella formazione di qualunque muratura in quantoche lascia tutto il tempo che può abbisognare per essere adoperato come si desidera

La malta di buon cemento, dopo 5 giorni dal suo impiego, resiste allo sforzo di trazione di circa 5 chilogr. per centimetro quadrato, e dopo un mese tale resistenza risulta quasi il doppio di quella quì indicata.

Se non che non è bastante di avere delle buone murature impermeabili per la regolare condotta delle acque lorde, ma richiedesi inoltre, che l'intonacatura interna sia resistente e molto liscia, affinchè non siano arrestate le materie travolte dalle acque e non si appiccichino esse alle pareti ed al fondo. Ciò accadendo ne emergerabbe la putrefazione delle materie e le conseguenti emanazioni deleterie. Dalle esperienze fatte dal Darcy e Bazin, che abbiamo più sopra accennato, la velocità dell'acqua nei condotti, a parità di pendenza, aumenta o decresce in ragione diretta della maggiore o minore lisciatura delle pareti e del fondo. L'esperienza ha mostrato che se per ottenere una velocità della corrente di circa m, 0, 65 nei condotti cilindrici con una superficie liscia, può bastare la declività di m. 0, 25 per chilometro, vi occorre invece la pendenza di un metro se il canale è rettangolare con intonaco greggio.

Lo spessore dei tubi di argilla varia colla qualità delle terre: questo spessore a Berlino corrisponde ad $^1/_{12}$ del diametro, ma in essi si impiega l'argilla fatta di Belgero e di Bitterfeld. Siffatti tubi sono verniciati internamente con vernice salifera.

A Londra si fabbricano due specie di tubi di terra cotta cioè i tubi di *fire-claye* che sono di terra refrattaria estratta dalle ganghe del carbon fossile, ed i tubi di *sbone-ware* smaltati di gres, costituiti da un impasto di argilla plastica e grani di sabbia silicea; i primi sono meno fragili e non tanto facili alla rottura per urti, ma a parità di spessore sono più deboli dei secondi.

In Alsazia si producono tubi d'argilla di qualità eccellente per la loro resistenza, e spesso vengono preferiti ai tubi di ghisa.

Nella fognatura di Berlino si sono preferiti i tubi di argilla a quelli di cemento idraulico, quantunque questi ultimi fossero più resistenti; e ciò pel motivo che la superficie interna non era perfettamente liscia come quella dei tubi di argilla. Da qui si vede quale e quanta importanza viene data allo stato della superficie interna dei condotti.

A Milano ai tubi di terra cotta si preferiscono quelli in gres, il quale è una terra a base albuminosa che va mescolata ad una piccola quantità di argilla comune nella proporzione di 7 ad 1, onde ottenere la plasticità della pasta.

Per la costruzione degli stessi tubi la pasta viene ridotta sotto la forma di un prisma rettangolare e mediante un filo metallico separata in fogli grossi un centimetro circa, i quali si avvolgono all'anima conica del tubo e se ne compie in seguito la fabbricazione.

Si possono ottenere dei tubi mediante la compressione della pasta collocandola sotto di uno strettoio, ma in tal caso non si ha la forma conica ma bensì la cilindrica.

tubi di gres sono verniciati internamente e sottoposti ad una doppia cottura all'oggetto di assegnar loro la massima resistenza e durata. Essi godono la proprietà di essere impermeabili, non sono intaccati dagli acidi e presentano molti vantaggi sugli altri tubi di terra cotta comune da meritare la preferenza. Tali vantaggi consistono:

1.° Che non assorbono l'umidità e resistono al gelo;

2.° Che non subiscono alcuna alterazione in contatto degli acidi, per cui sono particolarmente adattati pei condotti di latrine, degli acquai, smaltitoi, ecc.

3.° Che lasciano riconoscere il grado di cottura essendo soltanto verniciati internamente al solo scopo di ottenere una superficie liscia per il più pronto scarico delle materie.

4.° Che offrono una maggior resistenza alla pressione ed all'urto. Per constatare tale resistenza venne sottoposto un tubo del diametro interno di m. 0,12, colle pareti grosse un centimetro, ad una pressione interna che si otteneva col mezzo di un torchio idraulico; e da una tale esperienza si ricavò che desso può resistere fino alla pressione di 4 admosfere, per cui si potrebbe sottoporlo anche in via permanente alla pressione di un admosfera, inquantoche col tempo e coll'uso questo materiale non si degrada punto come sono i metalli.

I condotti delle latrine esistenti in ciascuna cella del carcere cellulare di Milano (con 600 celle) sono tutti formati da tubi in *gres*, i quali hanno forniti dei risultati soddisfacenti (1).

5. — Opere accessorie nei canali di fognatura.

Le opere accessorie della canalizzazione sono: 1.° le bocchette che raccolgono le acque pluviali delle strade; 2.° i pozzetti di scarico e d'ispezione o caditoje; 3.° le chiusure intercettatrici delle esalazioni mefitiche; 4.° gli apparati pel risciaquamento dei condotti.

Bocchette e pozzetti. — Le bocchette delle strade si devono costruire e collocare in modo che le acque cadano in un pozzetto dal quale passano nella fognatura attraversando un sifone od una chiusura idraulica. Le bocchette possono essere di pietra, di ferro o di ghisa; collocando le bocchette sull'asse delle strade e nel centro della cunetta, come si usa a Milano e a Torino, tali bocchette si costruiscono di granito con due fori oblunghi trasversali ciascuno dei quali della lunghezza di $0^m,30$ e della larghezza di 0,038 (2). Ma torna meglio che siano costrutte in ghisa facilmente amovibili affinchè si possano togliere prontamente per lo spurgo dei pozzetti inferiori, nei quali cadono le acque delle strade colle materie travolte.

I pozzetti di scarico delle acque e d'ispezione o caditoje possono essere di sezione circolare o rettangolare, della larghezza da m. 0, 80 a m. 0, 90 come venne praticato nella fognatura di Berlino.

Quando i pozzetti sono destinati a raccogliere le acque delle strade, affinchè

(1) I lavori per la costruzione del Carcere Cellulare in Milano. — Milano 1880.

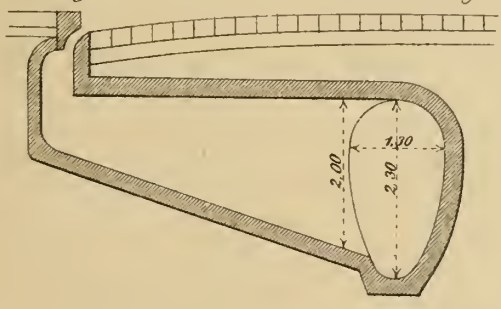
(2) Le bocchette che hanno dei fori con dimensioni cotanto limitate non possono scaricare interamente le acque e ciò tanto più quando i fori si trovano in parte ostruiti dalle materie che esistono bene spesso sulla strada.

soddisfino regolarmente al loro ufficio, è d'uopo che si trovino immediatamente al disotto della bocca di scarico e che siano costrutti in modo di trattenere possibilmente le materie solide che vi cadono ed i detriti della strada. A questo fine il Latham trovò di adottare un doppio pozzetto, nel primo dei quali le materie solide si arrestano, mentre nel secondo non vi defluiscono che le acque Si ottiene lo stesso scopo, con una spesa assai minore, approfondando cioè il pozzetto in una misura bastante onde comprendere tutte le materie solide trasportate, collocando di poi lo scarico delle acque nella fogna ad un altezza conveniente dal fondo del pozzetto. Questi pozzetti convenientemente costrutti servono altresì per chiusure idrauliche come vedremo più innanzi.

A Francfort i pozzetti che raccolgono le acque pluviali delle strade hanno la forma circolare del diametro interno di m. 0, 45 e della profondità di m. 2, 20. Da questi pozzetti dirama un tubo munito di chiusura idraulica che serve a scaricare le acque nei canali di fognatura.

A Parigi lo scarico delle acque che defluiscono sulle strade ha luogo col mezzo di bocchette ad arco di cerchio collocate sul ciglio del marciapiede come si vede dalla fig. 8. Esse hanno la corda di m. 1, 20 e la saetta di m. 0, 05. Inferior-

Fig. 8 Bocchette di scarico di Parigi



mente alla bocchetta vi è un condotto verticale, la cui sezione superiore ha la luce interna della lunghezza corrispondente alla corda della bocchetta, mentre inferiormente la stessa lunghezza è di m. 0, 50; la larghezza del condotto è costantemente di metri 0, 45.

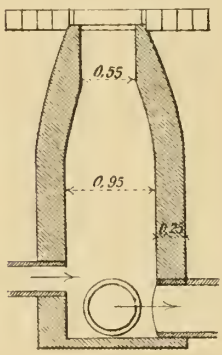
I pozzetti di servizio o di ispezione nella stessa Parigi trovansi alla distanza fra loro di m. 50. A tal fine si lascia nella vôlta un apertura, sul contorno del quale si elevano i muri del pozzetto, che ha la forma quadrata di lato m. 0, 90 misurato sotto il pavimento.

La bocca del pozzetto è fornita superiormente da un telajo di legno destinato a sostenere la piastra di ghisa; esso ha la grossezza di m. 0. 11 e presenta un rettangolo di m. 0, 94 per 0, 822, al centro del quale vi è l'apertura circolare del diametro di m. 0, 60, coperta dalla piastra di ghisa della grossezza di m. 0, 07. Nel mezzo di questa piastra esiste un foro nel quale introducendosi una leva si può sollevarla. Una tal piastra di coperto è sforata per ottenere la ventilazione della fogna

Questi pozzetti servono sia per discendere nella fogna ed eseguire le riparazioni, sia per la cura di essa; gli operaj vi accedono col mezzo di scale e tolgono le materie di spurgo sollevandole in un secchio attaccato ad una fune. Siffatta disposizione dei pozzetti riesce di grave incomodo alla circolazione trovandosi nella carriera delle strade; oltre di che la piastra di coperto va soggetta a guastarsi dal movimento continuo di essa.

Le ruote delle vetture soffrono degli urti spiacevoli allorchè sono chiusi: ed il servizio non è senza pericolo quando si aprono nelle ore di maggior frequenza. Così in alcune città, e specialmente a Parigi, si trasporta l'apertura dei pozzetti di discesa sotto i marciapiedi. Vi è una galleria inclinata che riunisce il pozzetto alla fogna, e la chiusura è in ghisa, meno grossa ma piena, onde impedire l'esalazione degli odori in vicinanza alle case; la superficie superiore presenta delle solcature in modo di non essere strisciante ai pedoni, particolarmente in tempo di gelo. I pozzetti collocati in tal guisa hanno l'inconveniente di sboccare nel canale di fogna con una diramazione ove l'acqua può rifluire e dar luogo a dei depositi; ma d'altra parte essi non producono alla viabilità che un incomodo insignificante e la discesa si rende facile collocandovi dei gradini di ferro che viene galvanizzato per la loro conservazione.

Fig. 9
Fognatura di Berlino
Pozzetti di visita



Un pozzetto aperto è un pericolo reale pei passeggeri. Gli è perciò che a Parigi allorquando un operajo discende nella fognatura deve lasciare sul foro una specie di parapetto mobile per la sicurezza del passaggio. Il Boutillier ha immaginato una specie di ombrello di rete di ferro che si colloca sulla bocca del pozzetto e che si ripiega per il più facile trasporto dall'una all'altra località (1).

A Londra i cammini d'ispezione hanno la bocca superiore coperta da una griglia fissa mentre l'accesso degli operaj nella fogna ha luogo col mezzo di una scaletta che sbocca sui marciapiedi (2).

Ai pozzetti d'ispezione a Berlino vennedata la forma indicata dalla fig. 9; la bocca superiore ha il diametro di m. 0, 55, ed internamente il pozzetto è del diametro di m. 0, 95, Queste dimensioni così limitate non recano alcun disturbo alla viabilità, mentre bastano per il servizio, come lo ha mostrato una lunga esperienza fatta anche a Londra ed in altre città della Germania. A Berlino sono distribuiti sulla fognatura 5000 di tali pozzetti.

(1) Bechmann. — *Salubrité Urbaine.*
(2) Dupuit. — *Traite teorique et pratique de la conduite de la distribution des eaux.*

Ordinariamente essi sono collocati ai crocicchi delle strade, al luogo delle paratoje o delle sture, ed ai cambiamenti di livelletta.

A Varsavia i pozzetti sono circolari del diametro da m. 0, 80 a m. 0, 90 coperti da una piastra di ghisa a nervature, nelle cui cavità sono internati dei pezzi di legno, alquanto sporgenti, col mezzo dei quali vengono attutiti gli urti prodotti dal passaggio delle ruote.

Chiusure. — Le chiusure destinate ad intercettare le esalazioni insalubri possono consistere in valvole meccaniche oppure in chiusure idrauliche. Le valvole meccaniche si movono a cerniera, sia automaticamente, sia colla mano dell'uomo. Sono automatiche quelle ideate da Rogier-Mothe che vennero per molto tempo impiegate per chiudere le bocche delle latrine e che si impiegano anche in giornata. Se non che queste valvole non chiudono giammai perfettamente e lasciano passare l'aria; di più vanno soggette a continui guasti per l'ossidamento del metallo, in conseguenza di che nelle buone costruzioni furono del tutto abbandonate.

Il mezzo migliore per impedire la propagazione dei gas deleterj che si svolgono nei canali di fognatura sono le chiusure idrauliche.

Le principali chiusure idrauliche si riducono a tre, vale a dire: 1.° Chiusura Millerat; 2.° Sifone e valvola a campana; 3.° Tinetta idraulica.

a) Chiusura Millerat. — Essa consiste in una valvola applicata allo sbocco di un tubo, la quale si colloca sulle bocchette nella fronte dei marciapiedi. La valvola si apre per la pressione dei liquidi che riempiono il tubo e si chiude in virtù del proprio peso finita la pressione (fig. 10). De Freycinet riferisce che questa chiusura fu sperimentata in Inghilterra ed oggi venne abbandonata. Foussangrives riferisce gli esperimenti stati fatti a Montpellier e nota che il tubo si carica di detriti d'ogni specie, di cui collocandosene una parte nell'orlo del tubo viene impedita la chiusura della valvola.

Si pensò di preveniere siffatto inconveniente coll'adottare una graticola avanti la valvola, ma i detriti produssero la ostruzione dei vuoti della graticola. Cosicchè finora la chiusura Millerat non può servire se non che coll'assoggettarsi ad eseguire dei continui pulimenti. Indipendentemente da ciò si lamenta che la chiusura non riesce ermetica in causa dei detriti che si frappongono tra il tubo e la valvola. Malgrado tutto ciò la chiusura Millerat è stata adottata a Saint-Etienne ed a Nancy.

b) Sifone e valvola a campana. — Il sifone come ognuno sa è un tubo ricurvo sia con una curva semplice della forma di U sia a doppia curvatura l'una in senso inverso dell'altra come un S. In queste curvature si trattiene una determinata quantità d'acqua la quale interrompe la continuità del condotto ed impedisce di passare l'aria. Nel caso attuale, per il buon funzionamento del sifone, necessita che l'acqua vi rimanga nella curvatura e che i detriti non la ostruiscano. Il più delle volte il sifone è alimentato soltanto dalle acque di pioggia; ed in tal caso nell'estate può mancare quando non si provveda al riempimento contemporaneamente all'inaffiamento delle strade. Ma l'inconveniente più grave del sifone si è quello di trovarsi facilmente ostruito dai detriti della strada. Obbliga perciò a dover

praticare degli spurghi continui con che peraltro non si ha un gran lavoro quando il sifone è collocato in guisa da poter agire facilmente gli operai.

Nella Fig. 11 viene indicata una chiusura idraulica assai semplice nella quale la bocchetta d'affiusso è coperta da una piastra di ghisa sforata, che all'occor-

Fig. 10
Chiusura idraulica

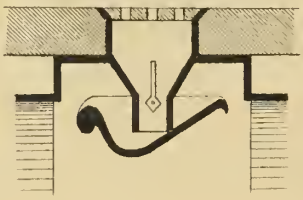
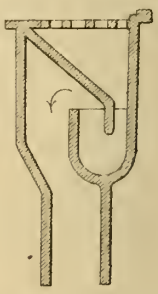


Fig. 11
Chiusura idraulica



renza si può smuovere e levare per essere pulita. L'acqua immette direttamente in un recipiente cilindrico nel quale si interna una lastra ripiegata, come si vede dalla stessa figura la cui lunghezza è tale da costituire un sifone. L'acqua cadendo dalla piastra sforata va in un lato del recipiente, di poi si scarica dall'altro lato per entrare nel condotto, stazionando una parte del liquido nel recipiente che vi forma la chiusura idraulica. Ma ogni qualvolta il recipiente trovasi riempito di materie non ha più luogo lo scarico delle acque, oppure cessa di funzionare la chiusura idraulica.

Fra le molte chiusure denominate a *campana* vi è pure quella delineata nella fig. 12. In questa chiusura il tubo di scarico è superiormente munito da un

Fig. 12 Chiusura idraulica

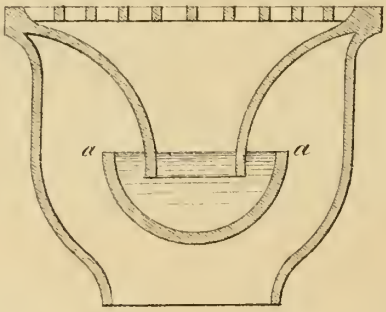
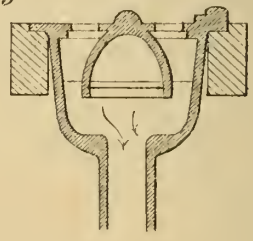


Fig. 13 Chiusura idraulica



allargamento ad imbuto che si innesta nella bocchetta l'afflusso stradale. Quando la piastra di chiudimento è al suo posto la campana coll'allargamento del tubo scaricatore vanno a formare un sifone ed una perfetta chiusura idraulica. Rialzando la piastra di coperto della bocchetta si ripulisce istantaneamente l'apparato.

c) Tinetta idraulica e pozzetto. — Molte volte inferiormente alle bocchette di scarico delle pluviali vi è un pozzetto il quale è destinato a trattenere i

detriti ed i corpi solidi a sollievo della fognatura stradale. In questo pozzetto, nel quale si trova costantemente dell'acqua oltre ai detriti che si depongono al fondo, va a pescare altresì nell'acqua stessa l'imboccatura del canaletto destinato a tradurre le acque della strada alla fognatura. Una tale imboccatura, che viene costrutta in metallo, è foggiata in guisa di trovarsi costantemente coperta dall'acqua in una data misura in guisa tale da impedire il passaggio degli effluvi deleteri della fognatura. Se non che stagnando nel pozzetto i detriti e le materie organiche insieme ad una determinata quantità d'acqua succede, necessariamente la fermentazione i cui prodotti gasosi deleteri si elevano e si espandono nella strada passando dai fori delle bocchette.

Questi pozzetti vennero adottati nel Belgio, in Prussia ed in Francia e furono anche proposti per Milano. A riguardo però di essi ecco quanto venne esposto dal De-Freycinet. « Un altro inconveniente delle tinette o pozzetti si « è quello che le materie raccolte entrano in putrefazione quando si trascuri di « spurgarli. Così accade frequente che da queste bocche esalino dei cattivi odori, « che il volgo attribuisce falsamente alla fognatura e che realmente provengono « dai pozzetti ».

Per eliminare un tale inconveniente il Lindley ha collocato al fondo del pozzetto una tinozza mobile nella quale vanno a defluire le acque cariche di detriti e di deiezioni ed in essa deposte, defluendo le acque liberate dai corpi solidi dai piccoli pertugi praticati nel contorno della tinozza, oppure traboccando superiormente ad essa. La tinozza viene sollevata e scaricate le materie a brevi intervalli in guisa da non permettere la fermentazione. Si evita così lo spurgo

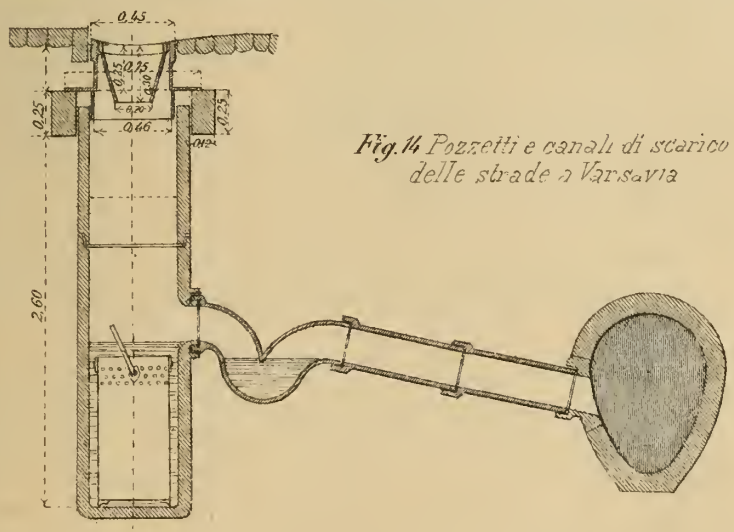


Fig. 14 Pozzetti e canali di scarico delle strade a Varsavia

del pozzetto il quale riesce sempre un lavoro costoso e di lunga durata, e si sostituisce la semplice vuotagione della tinozza.

Siffatto provvedimento venne applicato dipoi a Francfort ma con tinozze di legno indi a Varsavia con recipienti di lamiera di ferro, come si scorge fig. 14.

Lo stesso provvedimento si è proposto anche per Parigi dalla commissione che si occupò del risanamento di quella città.

Nella fognatura di Bruxelles le bocche di scarico delle strade sono munite da chiusure idrauliche che si possono applicare ai marciapiedi rialzati, ma il loro funzionamento è paralizzato se vi sono molti detriti e se non si eseguiscono prontamente i lavori di spurgo e di manutenzione.

Un'altra chiusura idraulica con vaschetta mobile venne ideata dall'ing. Ferraris per essere applicata alle vie ristrette di Napoli ma che si può adottare dovunque trovansi delle bocchette di scarico orizzontali.

d) Apparati pel risciaquamento dei condotti. — Sia che non si abbia una quantità sufficiente di acqua per ottenere il trasporto delle dejezioni solide e dei detriti delle strade, sia che la pendenza longitudinale non basti per avere una corrente rapida del liquido, come ha luogo in molte tratte della fognatura di Parigi, sia finalmente che i canali siano soverchiamente grandi in relazione alla quantità d'acqua che vi defluisce, l'esperienza ha dimostrata la convenienza, per non dire la necessità, di stabilire un sistema di sture formate da paratoie onde sostenere le acque e scaricarle di poi repentinamente per ottenere degli efflussi capaci di eseguire il trasporto delle materie e la lavatura dei condotti.

Questi efflussi intermittenti si ottengono altresì col mezzo di apparati speciali o serbatoi che possono essere stabili o automatici.

Però la sospensione del deflusso delle acque col mezzo delle sture non va scevra di qualche inconveniente. La intercettazione momentanea dello scolo provoca naturalmente dei depositi a monte della chiusa; il rialzo del livello dell'acqua invade le sponde laterali e gli sbocchi dei canali di scarico, nei quali si formano egualmente dei depositi che possono tornare nocivi (1).

Malgrado questi piccoli inconvenienti, ai quali peraltro si può rimediare, l'introduzione delle sture nei canali di fognatura ha trovato attualmente un gran favore, cosicchè vengono frequentemente applicate.

Così nella fognatura di Francfort, che è fra quelle meglio intese, malgrado che si abbiano 150 litri d'acqua per persona in via costante, nullameno furono costrutti tre grandi serbatoi della capacità ciascuno di 600 metri cubici i quali si riempiono colle acque di pioggia. Queste acque servono di poi a risciaquare i condotti a brevi intervalli mediante l'uso di un determinato numero di sture ben disposte.

Siffatte sture si collocano ordinariamente nei pozzetti d'ispezione, situati alle intersecazioni dei condotti ed ai cambiamenti di direzione dei medesimi. Esse sono disposte in modo tale di avere un corpo d'acqua bastante per risciacquare tutta la tratta del canale inferiore fino a raggiungere l'altra stura, oppure il collettore principale.

Le paratoie delle sture possono essere di legno, di ferro o di ghisa, ma ordinariamente sono di ghisa le quali presentano la maggior resistenza e durata. Il loro movimento si ottiene il più delle volte col mezzo degli operai a periodi

(1) Bechmann. — *Salubrite Urbaine.*

di tempo determinati abbassando e sollevando le paratoie per avere lo scarico delle acque.

La forma di tali paratoie corrisponde esattamente a quella del condotto in cui si trovano sia ovoidale che circolare, ed il movimento ha luogo a scorrimento verticale oppure a cerniera nel modo indicato nella fig. 15. Nell'uno e nell'altro caso vi si applica un congegno a leva o ad ingranaggio che si colloca nell'interno del pozzetto d'ispezione oppure all'esterno, nella quale circostanza il movimento si effettua dalla strada col mezzo delle opportune chiavi.

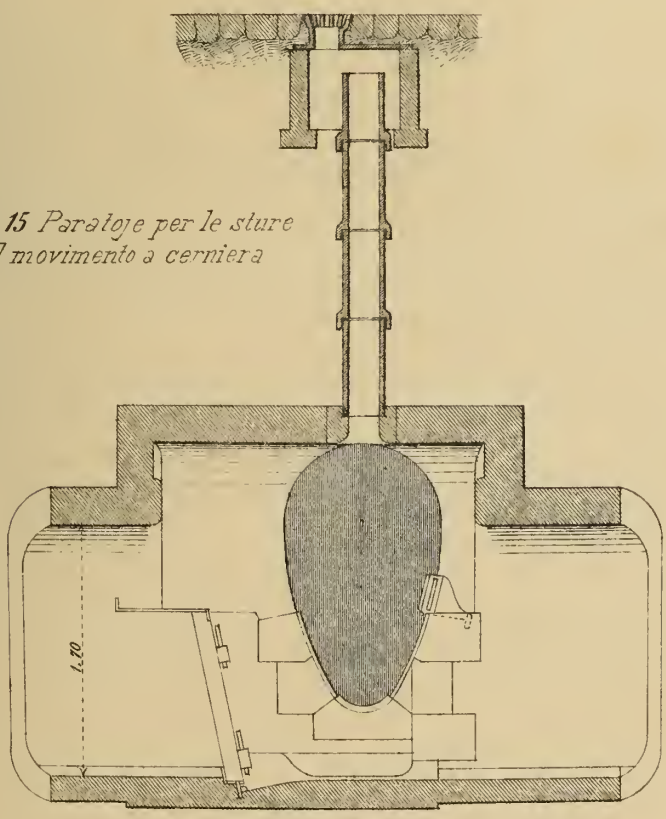


Fig. 15 Paratoje per le sture col movimento a cerniera

Le paratoie possono avere l'altezza eguale a quella della sezione del condotto, oppure la metà ed anche di un terzo della stessa altezza, in modo da non chiuderla interamente, quando sono abbassate. Queste ultime presentano il vantaggio sulle prime di non avere un intera chiusura del condotto la quale, nel caso di negligenza o di dimenticanza degli operai nel rialzamento o nell'aprimento delle paratoie, i rigurgiti che derivassero potrebbero produrre degli sconcerti nel servizio.

L'applicazione delle sture non solo venne fatta a Francfort, come già si disse, ma si praticò altresì dall'ing. Lindley alla fognatura di Varsavia da ultimo costrutta benchè la pendenza dei condotti sia molto forte.

La Commissione instituita da ultimo a Parigi pel risanamento della città fra le altre cose ebbe a proporre « Che per garantire la lavatura delle fogne indipendentemente dalle acque che vi giungono dalle bocche delle strade e dalle case si dovrebbe stabilire un sistema di sture (*Chassees*) con recipienti di almeno 10 metri cubici in capo e lungo ciascun canale a distanze non maggiore di 250 metri e con vuotamento istantaneo di una o due volte ogni 24 ore (1).

Nella nuova fognatura costrutta a Milano venne seguito il sistema delle sture adottato a Francfort, collocando delle paratoie di ghisa le quali si aprono senza entrare nel condotto, col mezzo di una vite perpetua che si muove dalla strada.

Nella fognatura di Oxford per poter eseguire tali risciacquature periodiche furono costrutti in capo a ciascuna linea di fogne dei pozzetti che servono quali serbatoi dell' acqua. In corrispondenza poi ai pozzetti di ispezione intermedi si hanno nelle spalle delle cloache delle scanalature o gargami entro i quali si può collocare una paratoia di legno per ottenere colle stesse acque di fogna delle sture col battente da m. 0,36 a m. 0,90. Dal collocamento di tali paratoie non solo si ha il vantaggio di elevare l'acqua a monte per lasciarla poi defluire repentinamente onde risciacquare i condotti, ma altresì per tener in asciutto un tratto di canale ogniqualvolta si devono eseguire delle riparazioni.

A Liegi in causa della deficienza di acqua per il trasporto delle materie si è provveduto al risciacquamento periodico dei condotti col praticarlo una volta al giorno, benchè nella fognatura siano scaricate anche le dejezioni delle case. Si ritenne bastante siffatta lavatura giornaliera dietro il riflesso che le materie fecali non entrano in fermentazione che dopo le prime 24 ore che si trovano in riposo, e molto più tardi se sono sottoposte ad un movimento.

Oltre alle dejezioni umane si scaricano nei condotti di Liegi anche le immondizie stradali che, come ognuno sa, comprendono molte sostanze organiche ed i detriti. Questo miscuglio di materie non si conosce in quanto tempo cominci a fermentare per svolgere dei gas deleteri, ma si ha motivo di ritenere che questo tempo sarà maggiore di quello occorrente per le dejezioni umane.

In quanto alla durata della lavatura sembra che possa bastare di un ora, come si pratica a Liegi ed in altre città del Belgio. Però se si ha la facoltà di sostenere una grande quantità d'acqua, e di poi scaricarla repentinamente nell' acquedotto, la lavatura di esso si potrebbe conseguire in un tempo minore.

L'ingegnere Remont instituì a Liegi un esperimento a tale proposito scaricando nei condotti 20 metri cubici di acqua per la durata di 8 minuti. L'effetto prodotto fu di sgombrare i canali dei depositi che si erano formati fino all'altezza di 15 centimetri. Laonde per una lavatura intermittente potrebbe bastare $^1/_{10}$ della quantità d'acqua necessaria per una circolazione continua.

Relativamente ai condotti di scarico delle latrine la Comissione di Parigi oltre a proporre che tali condotti fossero elevati fino al disopra dei tetti, mostrava il desiderio che venissero risciaquati col mezzo di serbatoi da situarsi

(1) Rapporto 18 Luglio 1863 della Commissione instituita a Parigi per proporre i mezzi onde risanare quella città.

nell' ultimo piano superiore dei gabinetti delle latrine facendovi delle cacciate d'acqua intermittenti ed automatiche.

Nel progetto per la fognatura di Napoli venne ammesso il principio di accettare il sistema proposto per le cacciate dell' acqua onde risciaquare i condotti disponendo dei serbatoi alle estremità superiori dei singoli stradali.

Nella fognatura dei nuovi quartieri all' Esquilino ed al Castro Pretorio, in Roma in causa della men buona costruzione dei condotti stazionandovi le deiezioni solide a grave danno dell' igiene, si trovò opportuno di applicare le sture con cacciate intermittenti di acqua, quantunque essa fosse nella misura di 100 litri per abitante e quindi bastante per il trasporto delle materie fecali, quando i condotti si fossero costrutti a dovere. Di un tale lavoro ci occuperemo più innanzi trattando della fognatura di quella città.

Abbiamo detto di sopra che il movimento delle paratoie per la risciaquatura dei condotti si può ottenere anche automaticamente senza l'intervento manuale.

Di siffatte paratoje ve ne sono di due specie cioè a contrappeso, ed a galleggiante. Nelle paratoje a contrappeso il liquido giunto ad un determinato livello si scarica col mezzo di un tubo, in una vaschetta laterale che in seguito al suo riempimento vince la potenza del contrappeso il quale rialzandosi obbliga la paratoja, col mezzo di una leva, a sollevarsi e lascia defluire così il liquido. Nello stesso tempo la vaschetta si vuota scaricando l'acqua, di cui si era riempita, ed il contrappeso obbliga la paratoja ad abbassarsi.

Le paratoje a galleggiante sembrano tuttavia più semplici. Esse vengono situate nei pozzetti di ispezione. Vi è una valvola a cerniera sull' imboccatura del canale a valle, cosicchè la chiusura viene fatta dall'acqua stessa. Si ottiene il sollevamento della valvola col mezzo di una catena alla cui estremità vi è applicato un galleggiante. Elevandosi l'acqua nel pozzetto si rialza il galleggiante il quale obbliga, in un determinato punto, la valvola a cerniera ad aprirsi.

Siffatto movimento automatico delle paratoje non sembra che possa produrre un servizio regolare cosicchè non si potrebbe consigliare la sua applicazione. Val meglio di ricorrere all'opera manuale anziche confidare nei congegni, più o meno complicati di cui non si può essere certi del loro funzionamento.

Sono assai più pratici e perciò di un uso frequente i serbatoj automatici, fra i quali primeggia quello ideato da Rogier-Field che si applica tanto alle fognature stradali quanto al risciacquamento dei condotti di latrina.

La fig. 16 dinota la sezione di questo serbatojo il quale può funzionare anche per chiusura idraulica.

Esso consiste in un recipiente B, che può èssere di ferro o di muratura. Col mezzo del robinetto E si può riempirlo di acqua in tutta quella misura che si desidera, come si dirà in seguito. In questo recipiente trovasi il sifone A il cui ramo più lungo va sino al bacino o vaschetta D C, ove trovasi dell'acqua in misura tale da sfiorare in D nella conduttura da risciacquarsi, mentre la parte inferiore *a b* del tubo verticale trovasi costantemente immersa nell'acqua per alcuni millimetri.

L'acqua defluendo nel recipiente entra e si eleva contemporaneamente anche

nell' interno del sifone; ed allorquando essa raggiunge il livello *cd*, che corrisponde all'orlo superiore dell'imbuto A, trabocca repentinamente nel tubo verticale, ove mercè questa caduta dell'acqua si forma il vuoto in guisa che il recipiente si scarica in pochi minuti secondi.

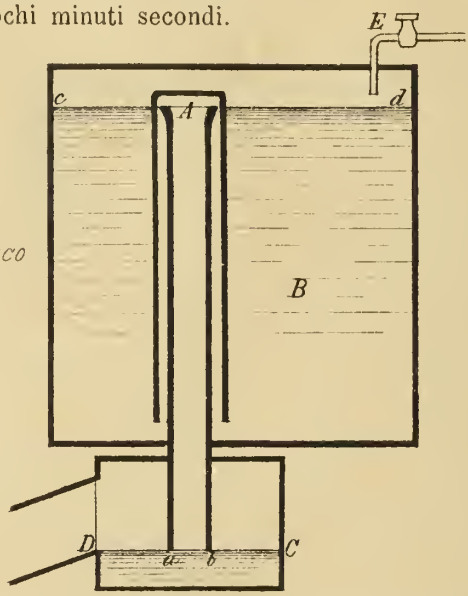


Fig. 16
Serbatojo automatico

La capacità di questi serbatoi può essere da 450 sino a 5000 litri per cui si ottengono degli scarichi violenti capaci di risciacquare interamente i condotti trasportando anche le materie solide.

A Parigi venne stabilito un gran numero di serbatoj di cacciata prendendo l'acqua dal fiume col mezzo dei condotti del servizio pubblico. L' alimentazione di tali serbatoj si effettua col mezzo di un robinetto che fornisce 10 metri cubici d'acqua ogni 24 ore. Una parte di una tale quantità di acqua serve a diversi usi, mentre l'altra parte è destinata ad eseguire le risciacquature col mezzo di serbatoj automatici.

7. *Ventilazione e processi chimici pel risanamento dei condotti di fognatura.*

Negli spazi chiusi, ovvero privati di una bastante comunicazione coll' esterno, l'admosfera va soggetta a guastarsi e ad alterarsi dopo un tempo più o meno lungo sia per il lento assorbimento dell' ossigeno, sia per la produzione dei gas deleterj ed irrespirabili, anche indipendentemente dalla fermentazione delle sostanze organiche.

Malgrado le conclusioni dedotte dalle esperienze instituite dal Dott. Port a Monaco sopra le dejezioni provenienti da sette caserme, in seguito alle quali si sarebbe dimostrato che le stesse dejezioni non vanno soggette a decomporsi

se non giungono in contatto del terreno, è per altro un fatto incontestato che nei canali di fognatura ove si immettono le materie fecali e le acque lorde l'aria è viziata ed irrespirabile, come lo ha dimostrato l'esperienza e come lo provarono i funesti accidenti che sono derivati agli operai impiegati nella fognatura (1).

Per le quali cose la ventilazione nei canali di fognatura diventa un argomento molto importante sia per gli operaj che vi devono entrare, sia nell'interesse generale della popolazione.

Ma il cambiamento dell'aria fra la fognatura e l'admosfera può produrre degli inconvenienti. È una questione grave, molto controversa intorno alla quale gli igienisti forse non possiedono tuttavia delle precise notizie. Se è fuor di dubbio che l'acqua è un agente di trasporto dei germi infettivi e che l'alimentazione degli uomini e degli animali col mezzo dell'acqua inquinata presenta il maggior pericolo, non si comprende il posto che ha l'aria come veicolo degli stessi germi per conoscere in quale misura l'elevazione o la diffusione dell'aria delle fogne nell'admosfera libera può avere degli inconvenienti. Qui dobbiamo osservare che non si tratta di scambio d'aria fra la fognatura e le abitazioni, poichè questi scambi si possono impedire col mezzo dei sifoni, ma si tratta soltanto degli scambi d'aria fra le fognature e la strada.

Quando tali scambi si vogliano assolutamente vietare è duopo di avere delle canalizzazioni speciali per le acque perfettamente impermeabili e per le quali lo scolo si dovrebbe ottenere con sistemi meccanici. Sopra tali principi sono fondati i sistemi di Liernur, Waring e Berlier che hanno delle fogne diverse e che vennero denominati sistemi *separatori*.

Ma questi sistemi vennero rifiutati poichè non risolvono adequatamente il problema, per cui non furono accettati che in casi eccezionali.

Qualunque siano infatti le vere teorie ancora ignoti del contagio dell'aria, riteniamo essere legittimo di dover ammettere che tutte le misure che si sono prese per assicurare alla fognatura un regolare deflusso e conseguentemente per evitare le cause di stagnamento e di fermentazione lasciano tuttavia qualche incertezza sui mezzi più acconci per impedire che le esalazioni morbose, si elevino nella strada e nei luoghi abitati a danno della pubblica igiene.

Una tale questione si presentò anche nella conduttura di Londra e nelle altre città dell'Inghilterra, ove si trovò di prendere delle disposizioni diverse a norma dei casi che riuscirono più o meno efficaci le quali per altro possono servire di utile ammaestramento nella costruzione delle nuove fognature.

Le fognature inglesi si sono particolarmente studiate dall'Ingegnere De Freycenet il quale ne ha reso esatto conto in una memoria dal medesimo pub-

(1) Nell'epidemia scoppiata nel 1875 a Croidon in Inghilterra si volle attribuire la propagazione del male ai canali della fognatura e più propriamente all'aria viziata della fognatura. La stessa cosa avvenne non sono molti anni a Detroit in America ove dopo di avere disinfettati i canali e le acque di scolo cessò in gran parte l'epidemia, come venne osservato precedentemente. Le esperienze adunque che si sono fatte dal Dott. Port non possono per nulla infirmare le funeste conseguenze dell'aria viziata che si trova nei canali di fognatura, benchè apparentemente non siano state segnalate dalle analisi le differenze di composizione.

blicata nei nuovi annali delle costruzioni di cui qui riproduciamo la parte che riguarda la ventilazione.

« I gas che si svolgono nelle fognature, dice il Freycenet, presentano tanto maggior pericolo agli operaj quanto ai fabbricati che vi scaricano ordinariamente i loro residui liquidi, ciò che produce delle reazioni violenti ed istantanee come quelle che hanno costato la vita a quattro operaj in una fognatura la meglio conservata nella City di Londra.

« Questi mezzi di risanamento, ai quali si è ricorso, sono di due specie: fisiche e chimiche. I primi, che sono i più importanti, tendono sotto forme diverse ad assicurare una buona ventilazione alle fognature, ciò che non sarebbe molto difficile ad ottenere se non fosse necessario di preservare la superficie abitata dall' incomodo dei gas che sfuggono dall' interno. Da quì ne emersero i diversi processi che quì esamineremo nell' ordine dell' importanza delle loro applicazioni.

« A Londra, ed in molte grandi città, si sono adottati dei cammini speciali di ventilazione che si elevano sulla vôlta della fognatura e sboccano nel mezzo della strada. Nello stesso tempo hanno munite le bocche laterali di scarico di valvole mobili che rimangono chiuse fino a che non danno il passaggio alle acque superficiali. Di maniera che le esalazioni morbose si svolgono possibilmente lontane dalle abitazioni. Ciò nullameno sussistono degli inconvenienti sensibili ai quali si è proposto di rimediarvi col mezzo dei filtri di carbone di legna del Dott. Stenhouse. Questi filtri si collocano nel cammino di richiamo avendo cura di sottrarli dal contatto dell' acqua ed in modo che la circolazione dell'aria si faccia esclusivamente col loro mezzo. I gas provenienti dall' interno sono disinfettati al passaggio del carbone e giungono purificati nell'atmosfera (1).

« Si sono fatte delle prove con esito felice nelle diverse città d' Inghilterra quali sono Glasgow, Brigton; Swanse, ecc. A Workshop piccola località a 5 o 6 leghe da Sheffield il sistema è interamente applicato ai 50 o 60 cammini di ventilazione; ed il Rawlinson l' eminente ispettore dei lavori pubblici, dichiara che si hanno risultati soddisfacenti. Ma nulla d'eguale, per importanza e valore d'osservazioni, alla grande esperienza che si proseguì per tre o quattro anni in

(1) Una tale applicazione sembra che sia stata suggerita dai risultati della ventilazione di due sale della Mansion-House ed al Guildhall che ricevono l'aria dai cortili stretti ed infettivi vicini agli spanditoj pubblici Alle aperture venne interposto uno strato di carbone di 4 centimetri di grossezza contenuto fra due tele metalliche. Dopo nove anni che questo processo funziona non si è sentito più alcun odore benchè il carbone non siasi giammai rinnovato.

I filtri della fognatura che si adottano più comunemente si compongono di una cassa rettangolare di 90 centim. di altezza, aperta al basso e dove una faccia verticale mobile forma la porta. Si fanno entrare sette tiratoj o cassette in tela metallica di 5 centimetri di altezza che contengono del carbone; collocate le une al disopra delle altre ad una simile distanza (5 centimetri) questi tiratoj, meno profondi della cassa per circa 4 centimetri, sono alternativamente internati sino a toccare la faccia opposta, di maniera che i gas giungendo dal disotto, ascendono nella cassa con una serie di risalti. Siffatta disposizione ha per oggetto di ritardare l'ascensione dei gas e di obbligarli in gran parte ad attraversare il carbone dei tiratoj. La parte vuota, di circa 20 centimetri situata al disopra dell'ultimo tiratojo, contiene un filtro verticale appoggiato contro la porta. L' altezza di questa porta è sforata da sette ad otto orifici circolari del diametro da 4 a 5 centimetri, pei quali i gas sfuggono definitivamente, dopo di avere attraversato l'ultimo filtro.

una porzione della City di Londra sotto la direzione dei signori Lethèby e Haywood.

« Questa esperienza è la sola, che a nostra conoscenza, siasi fatta in buone condizioni pratiche e sulla quale si sono raccolti dei dati molto pratici.

« Il distretto esperimentato nella porzione della City comprende 14 000 abitanti. I motivi che hanno determinato a fare questa scelta sono i seguenti.

« Le fognature ivi hanno poca pendenza; la popolazione è densa e povera le strade sono generalmente strette, tutte in condizioni poco favorevoli alla salubrità; inoltre questo distretto può facilmente essere isolato dalle fognature contigue.

« Lo sviluppo dei canali è di chilom. 7, 676, dei quali per 624 metri di semplici tubi, ed il resto in mattoni che presentano la sezione interna da 1 metro a m. 1,50 di altezza, sopra m. 1, 60 al 1 metro di larghezza. Il numero totale delle aperture di qualunque specie sulla strada pubblica è di 414. Il numero e le condizioni delle fogne private che sboccano nella fogna pubblica non presentano alcun che di particolare.

« Ecco del resto un estratto del rapporto presentato a tale riguardo.

« La totalità di queste fognature fu isolata più che fosse possibile in modo da impedire delle correnti d'aria sopra di essa e le fognature contigue; si è già detto che la disposizione generale del Distretto comportava un tale isolamento ad un alto grado, in modo che essa non aveva alcuna dipendenza con altre per la sua ventilazione, Si avevano due disposizioni per l'uso del carbone. L'una patentata di Beau e Burgese la quale consisteva in una grande cassa a giorno con compartimenti; l'altra di nostra invenzione (cioè di Letheby e Haywood) che consisteva in una serie di casse. — Il carbone di legna venne impiegato in pezzi della grossezza di una noce. Esso era impacchettato stretto, ma senza alcuna compressione nelle diverse cassette, ciascuna delle quali conteneva $^1/_2$ chilogrammo di carbone; in tutto tre chilogrammi per le cassette di ciascun filtro.

« Il potere disinfettante del carbone si riconobbe completo, non solo non si ebbe alcuna lagnanza del pubblico per gli odori dagli orificj di ventilazione, ma noi ci siamo assicurati, con delle osservazioni speciali, che l'odore dei gas della fognatura non era punto sensibile, quando abbia attraversato i carboni.

« In quanto alla durata di questo potere manchiamo di dati bastanti. Il carbone sembra perdere la maggior parte della sua proprietà, quando è saturo d'acqua. Ora siccome la posizione che occupavano le cassette che lo contenevano era tale che un certo contatto coll'acqua in tempo di pioggia era inevitabile; e siccome l'atmosfera della fogna è sempre assai umida, il carbone si bagnò al punto che obbligò a ritirarlo molto tempo prima che il suo potere disinfettante fosse esausto. Per un medio i filtri si sono caricati ogni tre mesi. Se si potevano disporre in modo di conservare il carbone asciutto, crediamo che non si sarebbe rinnovato se non annualmente, spesso forse anche in un tempo maggiore.

« L'effetto dei filtri sulla ventilazione generale è un punto della più alta importanza e sgraziatamente quello sul quale, dopo gli studi più accurati e dei fatti constatati dall'esperienza, non siamo allo stato di dare un'opinione positiva Dobbiamo stabilire che le osservazioni fatte nelle fognature con delicati ane-

mometri e con altri mezzi non fu possibile di misurare le correnti d'aria attraverso i cammini muniti di filtri — Da un altro canto non sembra che le condizioni dell' atmosfera nella fognatura siansi modificate in modo apparente; ciò risulterebbe anche dall'esperienza e dalle osservazioni degli operaj i quali non si sono lagnati che loro tornasse nociva come per l' addietro.

« In seguito a delle considerazioni chimiche e fisiche ci hanno condotti a conchiudere: che quantunque il carbone in grossi grani possa presentare qualche resistenza al passaggio di una corrente d'aria, esso non può modificare il potere diffusivo dei gas che si trova eminentemente collegato a mantenere l'equilibrio chimico dell'atmosfera. Infatti l'esperienza ha mostrato che dei mezzi molto più densi che il carbone di legna, non hanno ben poco influito al libero scambio dell' aria e alla pronta disinfezione dei gas nocivi. Da un altro canto la condizione chimica dell'atmosfera interna della fognatura (provveduta di filtri) secondo le analisi fatte attestano di una proporzione di 79, 96 per 100 d' azoto; di 10, 51 per 100 d'ossigeno, e di 0, 53 per 100 d' acido carbonico con traccie d'ammoniaca, di gas delle paludi e di idrogeno fosforato. Vi è adunque un abbondanza d'ossigeno per conservare le funzioni della vita. Crediamo per conseguenza di aver il diritto di conchiudere che il pericolo degli operaj nelle fognature non è stato materialmente accresciuto dall'applicazione dei filtri di carbone alle bocche di ventilazione.

« Sino a qual punto essi ostruiranno il passaggio ad una grande quantità di gas illuminante volta che si svolgesse in una fogna, è ancora un punto da studiarsi. Il gas è sempre pericoloso ed è più sovente la causa degli accidenti nelle fognature coll'esplosione. Ciò nulla meno fortunatamente la sua presenza si manifesta dal suo odore lungo tempo avanti che esso raggiunga una proporzione pericolosa; e con delle precauzioni convenienti, il rischio della sua esplosione può essere evitato.

« Queste considerazioni obbligano a conchiudere che dovunque sfuggono dei gas dai condotti privati o dalle fogne pubbliche, gli è della somma importanza che questi siano distrutti più che sia possibile; e noi siamo d'opinione che l'uso dei filtri di carbone può essere un rimedio in molte circostanze.

« In quanto alla spesa per ogni filtro essa fu di Fr. 220 per ciascuno, compreso il collocamento e le modificazioni che si dovettero introdurre nei camini di ventilazione; e di Fr. 31, 55 per la manutenzione annua. Ma si aveva la speranza che in una grande scala quest'ultima spesa poteva ridursi ad una diecina di franchi.

« Il giudizio portato sul sistema, secondo i risultati di già ottenuti, è altrettanto di maggior interesse in quanto che in origine l' Haywood, ingegnere della fognatura, era favorevole, di maniera che la sua opinione non è sospetta di parzialità.

« Riassumendo questi signori hanno concluso: 1.° che l' azione disinfettante del carbone era completa, purchè i filtri siano preservati dal contatto dell'acqua; 2.° che la loro presenza, benchè riducano la circolazione generale, non ha modificato il potere diffusivo dei gas mefitici e da essa non si è modificato sensibilmente la composizione chimica dell' atmosfera, confrontata a quella della

fognatura ove la ventilazione aveva potuto esercitarsi liberamente. Sopra quest'ultimo punto veramente era fuori di dubbio che il problema rimaneva risolto, poichè nulla si opponeva al risanamento della fognatura. Sgraziatamente è difficile di ammettere che l'interposizione dei filtri non faccia un'ostacolo alla diffusione dei vapori deleterj. Aggiungiamo che a voce l'Haywood sembrò meno esplicito che nel suo rapporto, ed ai suoi occhi le applicazioni di già fatte a Londra o altrove — non costituivano ancora una grande esperienza. — Tuttavia si può in giornata considerare la soluzione come soddisfacente in determinati casi, ove è duopo premunirsi contro le esalazioni delle bocche particolarmente incomode. Il collocamento dei filtri merita qualche considerazione. Vi si rinuncia in causa della complicazione a collocare nelle aperture laterali, che danno il passaggio alle acque superficiali, e si vorrebbe avere meglio ancora che i cammini centrali che fossero esenti d'umidità. In seguito l'Hayvood ha studiato una nuova disposizione secondo la quale le casse disinfettanti si elevano di metri 2 al dissopra del suolo e sarebbero contenute in un tubo di ventilazione applicato ora contro le case, ora contro i candelabri della strada pubblica convenientemente modificati (1).

« Il secondo processo consiste nel trasportare le bocche di ventilazione, al di là della zona abitata e collocarle superiormente ai tetti degli edifici. A questo fine si utilizzano i tubi per le pluviali che si fanno comunicare colla fogna, e che si è proposto di condurli sotto la vôlta della stessa fogna per accrescere l'esalazione; siffatta disposizione merita una grande attenzione onde prevenire la dispersione degli odori nelle case. Le esperienze fatte a Londra mostrano che anche mediante le cure più minuziose, non si evitano sempre le fughe attraverso i giunti. Ciò nullameno diciamo che a Manchester ed a Liverpool il sistema funziona, senza sollevare dei reclami. A Edimburgo la sua applicazione, quantunque ristretta, ciò nullameno è riuscita benissimo. Alcune località minori cioè ad Alnwick, Preston, si fa lo stesso e non si lagnano. Nella city di Londra da qualche anno si fanno degli esperimenti nei quartieri poveri e popolati, ove le strade sono molto strette. Dei tubi in ghisa, del diametro di m. 0,13 collocati esternamente, sboccano alla corona della fogna e vanno a finire ad una piccola altezza al disopra dei tetti. I risultati ottenuti essendo stati soddisfacenti ebbero luogo altre applicazioni simili. Ed in questi ultimi anni molti proprietari della city avendo cessato di far defluire le loro acque pluviali sulla strada hanno posto i rispettivi tubi in comunicazione con le fognature. I reclami furono molti da principio; poi a poco a poco hanno diminuito, ciò che indica che il male era più immaginario che reale. È d'altronde evidente, che con una diligente applicazione, si deve giungere a far scomparire gli inconvenienti che hanno potuto manifestarsi in origine, e che non vi siano difficoltà di tale natura da arrestare lungamente gli ingegneri.

(1) Malgrado i vantaggi che effettivamente si ricavano dai filtri di carbone, malgrado l'applicazione che ne venne fatta in Inghilterra ed in America, il Bentivegna nel suo *Trattato di fognatura cittadina* dichiara che siffatto provvedimento non può ritenersi di un utilità pratica. Il carbone, vien detto, è vero che ha un azione disodorante energica giacchè avviene in un certo grado di divisione ad assorbire da 50 a 60 volte il suo volume di gas infetti, ma perde questa proprietà appena diventa umido, nè si può arrivare o prevenire che esso si inumidisca; ne viene quindi la necessità del suo rinuovamento e però di una manutenzione dei filtri continua e dispendiosa. Nei tempi asciutti poi vi è un'altra causa che tende a distruggere l'utilità del filtro la quale è la polvere delle vie chiudendone i pori ed impedendo per conseguenza il passaggio dell'aria. Ed ammesso pure che potessero giovare i filtri di carbone si avrebbe sempre il discapito di aver intercluso il passaggio dell'aria e sensibilmente diminuita la ventilazione, ciò che tornerebbe sempre di un gran danno alla salubrità dei condotti.

« Si sono impiegati alcuni altri sistemi di ventilazione, ma in modo affatto eccezionale. Così a Carlisle si è messo in comunicazione la fognatura con quattro camini, due dei quali dell'altezza di metri 20, uno di metri 60, e l'altro di m. 100. Ma i risultati conseguiti non sono in rapporto colla grandezza dei mezzi. A Liverpool si è riunito una fogna col camino di una manifattura. A Edimburgo si è fatto lo stesso tentativo, ma è cessato in questi ultimi tempi dietro l'opposizione del proprietario. Infine da qualche anno si tentò di rinnovare l'iniezione del vapore acqueo, allo scopo di disinfettare la fogna in vicinanza del Parlamento. Nessuno di questi esperimenti si trovò veramente pratico » (1).

Nella fognatura di Varsavia il Lindley ottenne la ventilazione nei seguenti modi cioè:

1.° col mezzo di piccoli camini di ventilazione che si elevano sulla serraglia delle vôlte e raggiungono il livello delle strade. Questi camini sono situati alla distanza fra loro di 45 metri; ma si ottiene altresì la ventilazione col mezzo dei singoli pozzetti di visita e mediante i tubi di scarico delle acque pluviali, raccordati in ciascuna congiunzione delle case colla fognatura. Questi tubi si elevano sino al disopra dei tetti delle case, per cui il richiamo dell'aria diventa energico.

A Francfort s. m. servono altresì alla ventilazione della fognatura i canali delle acque pluviali ed anche i doccioni delle latrine, spinti fino oltre la sommità dei tetti delle case. Il Lindley ritiene che con questi mezzi si produce lo stesso effetto di un camino del diametro di 19 metri e dell'altezza di m. 15 ove l'aria abbia la velocità di m. 0, 60 per secondo; in guisa che l'aria che si trova nell'ambiente delle fogne verrebbe cambiata tre volte al giorno.

Ciò nullameno per una maggior sicurezza ha creduto conveniente di elevare in due località dei camini di ventilazione della larghezza di m. 1, 40 e dell'altezza di m. 30, uno dei quali è situato nell'alta, l'altro nella bassa città di Francfort.

Nella rete di Parigi la ventilazione ha luogo principalmente mediante le bocchette delle strade, ma tali bocchette dovendo essere munite da sifone non è d'uopo calcolare su di esse per raggiungere una ventilazione soddisfacente.

Intorno alla ventilazione che si ottiene col mezzo dei condotti delle pluviali che si elevano al disopra dei tetti, si sono fatti diversi appunti dagli ingegneri, fra i quali vi sarebbe anche il Devaux che studiò la ventilazione delle fognature di Bruxelles (2) ma a quanto sembra le eccezioni sollevate hanno ben poco fondamento mentre si continua anche nelle nuove fognature ad applicare questi mezzi di ventilazione.

Processi chimici. — Rimangono i processi chimici. Qui non tratteremo se non di quelli che hanno per iscopo il solo risanamento delle gallerie e non già la purificazione dei liquidi, operazione che verrà esaminata altrove e che si pratica all'uscita delle acque dalle fognature, anzichè nell'interno di esse.

I reagenti che si impiegano sono: la calce ovvero i cloruri ed anche dei composti diversi. Il modo di impiegarli varia non solo secondo la località, ma altresì a norma delle circostanze. Ora si introducono le sostanze in un modo continuo nel luogo della fognatura, laddove si manifestano particolarmente i cattivi

(1) *Nouvelles annales de la Construction.*
(2) FICHERA. — *Risanamento delle città.*

odori, ora si usano al momento stesso in cui gli operaj sono obbligati ad entrarvi. Il più spesso la distribuzione dei reagenti è richiesta dalla protezione della superficie e non influisce che indirettamente sulla salubrità dell' interno.

Tale è il caso frequente nel quale si limita a proporre la sostanza in una bocca laterale della fognatura allo scopo di disinfettare il gas che vi sfugge. Non vi sono città che non hanno ricorso più o meno a tali processi, ma in nessuna, a nostra notizia, non si è presa la determinazione di estendere il provvedimento ad un sistema generale. Si sono fatte molte proposte ma nessuna venne adottata ed applicata in una grande scala. Così il Dott. A. Smith aveva emesso l'idea di spandere in ciascuna fognatura parziale una determinata porzione di carbonato di calce in modo da impedire la putrefazione che si sviluppa nelle gallerie. Come pure si parlò d' impiegare i reagenti sotto un' altra forma dirigendo nelle fognature una corrente di cloro collocando tale sostanza in un gran numero di recipienti dai quali questo gas si sarebbe emanato lentamente e continuamente.

Insomma il processo chimico si trova in seconda linea e non si è ricorso che in casi particolari per combattere le cause puramente locali. Il mezzo più potente di risanamento che si cerca di perfezionare è la ventilazione la quale non si ottiene che mediante un'applicazione conveniente dei tubi esalatori. Conciliare più o meno questi due interessi è il problema che si deve cercare di risolvere.

8. — Fognatura domestica.

Intimamente connessa alla fognatura stradale vi è quella domestica, ossia quei condotti che si trovano nelle case i quali servono a scaricare nella fognatura stradale i rifiuti solidi e liquidi che derivano dalle abitazioni.

Benchè nella maggior parte del casi i Regolamenti edilizi abbiano disciplinata la costruzione di siffatti condotti, ciò nullameno si trova utile di aggiungere a tale riguardo alcune riflessioni.

I tubi di scarico delle latrine dovrebbero essere esclusivamente di ghisa o di gres rifiutando qualsiasi altro materiale, inquantoche l'esperienza ha mostrato che qualunque sia la loro composizione essi non resistono agli agenti meccanici e chimici a cui sono sottoposti e lasciano trapelare i liquidi ed i gas mefitici.

Questi tubi vanno collocati verticalmente più che sia possibile, oppure sotto inflessioni dolcissime, onde impedire che siano ingorgati dalle materie.

Noi abbiamo materie solide e materie liquide, dice lo Spataro, in proporzione di consistenza e di peso specifico variabili onde bisogna mettere a calcolo la *viscosità*, la *velocità* e *l'attrito* della corrente nel determinare il giusto diametro delle tubulature, dandovi però la larghezza sufficiente contro le ostruzioni. Perocchè è da notare che l'incuria delle persone o la natura stessa di alcune immondizie, come la sabbia usata nelle case, i detriti dei pavimenti, gli avanzi di stracci di puliture, ecc. o la forma non cilindrica dei tubi, o i giunti mal connessi o il materiale permeabile e la cattiva disposizione delle ramificazioni, possono far diminuire o chiudere del tutto la luce dei tubi.

Per ovviare ai danni che possono essere arrecati ai muri ove trovansi incassati i condotti, volta che per una causa qualunque avvenga la loro rottura, tali condotti sono esattamente isolati dai muri stessi e sorretti cogli occorrenti ferri. Le pareti delle incassature vanno arricciate diligentemente.

In quanto ai tubi di scarico degli acquai si possono costruire anche in terra cotta colla superficie interna ed esterna verniciata, conservandosi anche per questi la prescrizione del loro isolamento dai muri.

Con questi tubi si ha l'inconveniente che le sostanze grasse, di cui sono cariche le acque calde che vi si versano, raffreddandosi lungo la discesa, si forma nell'interno un rivestimento di grasso che a poco a poco va ad ostruire i condotti, o quanto meno a far decrescere fuor di misura la loro portata. Onde togliere questa causa di ostruzione, si trovò di adottare il sistema seguito in Inghilterra che consiste nell'interporre tra l'acquajo ed il tubo di scarico uno cassetta separatrice del grasso. In essa è contenuta una quantità d'acqua assai maggiore di quella che ogni volta può essere versata nell'acquajo, per cui è capace di raffreddarla quanto basti a rapprendere il grasso che si raccoglie galleggiante nella parte superiore della capacità di depurazione.

Nel caso in cui parecchi acquai si trovino congiunti ad una medesima canna di scarico esclusivamente loro destinata, si può limitarsi a collocare una sola scattola del grasso al piede della canna stessa: diversamente ogni acquajo dovrebbe esserne munito.

Per ovviare alle esalazioni morbose che provengono dalla fognatura stradale tutti i tubi che vi comunicano devono essere provveduti da sifone.

Relativamente alle chiusure idrauliche a sifone ecco quanto vien detto dal Fichera (1). « L'efficacia di essi va esaminata sotto il punto di vista del passaggio dei gas putridi e sotto l'altro della trasmissione dei germi morbosi.

a) In quanto ai gas è stato sperimentato da Graham, Fergus, Overbeek che può avvenire un debole passaggio dei gas solubili; il gas in contatto col liquido del sifone si scioglie coll'evaporazione del liquido, riprende lo stato aeriforme dall'altro lato del sifone.

« Così si è tenuto disprezzabile questo debole passaggio il quale non potrebbe, al peggiore dei casi che riescire soltanto molesto.

« Gli studj del Dott. Carmichael hanno definitivamente messo in evidenza la innocuità del sifone relativamente ai gas, poichè in 24 ore in *condizioni favovoli* attraverso l'acqua di un sifone non passano che 7 granelli di acido carbonico, $^1/_{100}$, di granello di idrogeno solforato, ed $^1/_{300}$ di ammoniaca. Un granello inglese è grammi 0, 0648.

(*b*) In quanto ai *germi morbosi* le conclusioni sono ancora più rassicuranti.

Essendo questo un argomento importantissimo, si sono instituite numerose esperienze e si è sempre trovato che attraverso l'acqua dei sifoni i germi morbosi non passano, anzi che l'acqua depura l'aria di tutti i germi in sospensione. Ma ciò accade quando il passaggio dell'aria si fa lentamente, come avviene pei sifoni; ma se l'aria potesse passare in forma di bolle, essa trasporterebbe i germi.

(1) Risanamento delle città

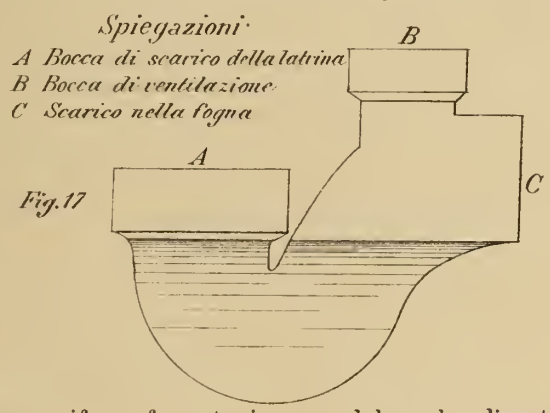
« Dalle evaporazioni non v'è nemmeno nulla a temere poichè dalle esperienze del Dott. Miquel risulta precisamente che i vapori provenienti dalle acque più impure sono sempre esenti da germi.

« È adunque scientificamente assodato che i sifoni sono efficaci per intercettare il passaggio dei gas e dei microbi; ma quando non sono ben tenuti possono essere una causa ristretta di esalazioni e di infezioni e quindi si deve curare molto la loro fabbricazione non che la successiva manutenzione. I sifoni delle ritirate devono essere sempre smaltati bene provvisti di cacciate d'acqua e di tubi di aerazioni, i sifoni piccoli pel passaggio delle acque di rifiuto sogliono essere di metallo e devono sempre avere un tappo a vite per lo spurgo del sifone ».

Nella fognatura domestica vi entrano diversi apparati per ottenere le chiusure idrauliche. Vi sono le chiusure di piombo, quelle di argilla e le chiusure a valvola. Si hanno delle chiusure idrauliche a valvola non che le chiusure denominate *Caditoje*, queste ultime si applicano particolarmente alle bocche forate delle stalle e dei cortili che vanno ad immettere i liquidi lordi nella fognatura stradale. La descrizione di siffatte chiusure ed il sistema di costruzione trovasi in modo particolareggiata nell'opera dello Spataro (1).

È assolutamente necessario che le chiusure idrauliche siano ventilate. Questa ventilazione si effettua in due modi, cioè facendo spiccare un tubo ventilatore sia dalla *corona* dello sbocco della chiusura, sia dal tubo secondario di sbocco. Siffatta ventilazione si deve eseguire dal lato dello sbocco e non già da quello d'imbocco.

Una disposizione che può soddisfare nello sbocco dei condotti di latrina nei canali di fognatura si è quella delineata nella fig. 17 che come si vede consiste



in un tubo ricurvo a sifone formato in gres dal quale diparte anche la bocca di ventilazione.

Il collocamento delle chiusure idrauliche deve essere disposto in modo che si possano facilmente visitare ed espurgare senza che si perda il carico idraulico.

La fig. 12 dinota la sezione di altra delle caditoje immaginata ed applicata da Yennings la quale è di ghisa avente la forma di una campana coperta da una

(1) Spataro. — *Igiene delle abitazioni* Vol. *I. Fognatura domestica.* Trattato completo sull'impianto delle tubulature di scarico e degli smaltitoj.

lastra forata mobile per togliere le materie che si depongono nella vaschetta inferiore *a a*. Come si vede dalla stessa figura l'acqua defluisce nell'imbuto e si scarica nella vaschetta dalla quale deborda abbandonando al fondo della stessa vaschetta le materie solide e pesanti.

Trovandosi costantemente dell'acqua nella vaschetta medesima si ha una chiusura idraulica abbastanza buona. Se non che tale caditoja non si potrebbe applicare laddove le acque di scolo trovansi cariche di sabbia od altre materie inquantoche esse andrebbero a riempire la vaschetta e quindi verrebbe intercettato lo scolo delle acque. Fuori di questi casi la caditoja indicata si può applicare in molte altre circostanze.

Questa chiusura idraulica venne applicata dal Lindley alle bocche di scarico delle strade di Varsavia nella fognatura colà costrutta recentemente.

9. — *Scarico all'esterno delle acque di fogna e loro depurazione.*

Lo scarico delle acque di fogna all'esterno delle città costituisce un quesito molto importante, la cui soluzione nella maggior parte dei casi non è tanto facile di ottenersi in modo soddisfacente.

Queste acque lorde colle dejezioni in sospeso si possono scaricare nei fiumi, nel mare, oppure essere impiegate nell'irrigazione dei terreni.

Scarico del mare. — A prima giunta sembrerebbe che scaricandosi le acque di fogna nel mare dovrebbe essere il mezzo più sicuro per eliminare qualunque effetto di malsania, sia per la grande massa d'acqua in cui sarebbero diluite le materie cloacali sia pel movimento dei marosi, sia finalmente per l'azione chimica dell'acqua marina. Se non che le accennate circostanze o non esistono o non influiscono punto. Si nota innanzitutto che lo scarico delle fogne ha luogo quasi sempre nei porti o lungo le spiaggie, ove l'acqua è quasi stagnante per cui non hanno alcun effetto i marosi. L'azione disinfettante è molto dubbia, anzi verrebbe negata dal Miquel il quale dichiara che il sale marino anzichè impedire la propagaziane dei microbi lo favorirebbe al massimo grado.

Le esperienze e le osservazioni fatte a Marsiglia durante l'invasione del Cholera nel 1884 hanno dimostrato che i germi del contagio si conservano per lungo tempo nell'acqua e che i bacilli hanno resistito per 81 giorni.

Fino dal 1860 a Marsiglia si discuteva la quistione sull'infezione del suo porto ove si scaricano le fogne. E nel 1871 il Fonssangrives diceva; l'inquinamento del porto di Marsiglia è divenuto come quello del Father Táhames un tema di legittima recriminazione.

Nel 1885 in cui il Brouardel insieme al Proust, dietro ordine del Ministero francese ispezionò quel vecchio porto, ebbe a dichiarare che esso era il ricettacolo degli acquedotti che solcano la città ove le acque nere emanano un odore nauseante, la superficie è sempre sparsa da belle di gas di putrefazione che scoppiano sopra tutto nelle parti più lontane dell'imboccatura del porto.

A Tolone si studia attualmente di deviare lo sbocco degli acquedotti per liberarsi dalle cattive esalazioni.

A Napoli ed a Palermo si grida da tanto tempo alle infezioni della *Marina* e della *Cala* le quali sono così intense da produrre molti reclami più o meno fondati. Gli è perciò che colla nuova fognatura di Napoli si trasporterà lo sbocco delle acque a Cuma alla distanza oltre di 15 chilometri dalla città.

Tutto ciò soggiunge il Bentivegna mostra che il versamento nel mare delle materie di fogna non è come credesi, il mezzo più semplice e più sicuro, e ciò che si desidera dall'igiene. Infatti le conclusioni dell'inchiesta del *Local Government Board* del 1875 confermano che per motivi di *economia i municipi possono* essere autorizzati a riversare in mare le acque cloacali, cosicchè non sarebbe permesso che sotto questo punto di vista la stessa immissione in mare. Gli è che lo sbocco nel mare delle acque di fogna non è sempre igienicamente possibile, e che come del resto tuttociò che riguarda la fognatura delle città, può secondo le circostanze essere applicato quando si prendano delle disposizioni tali di assicurare la salute pubblica (1).

Scarico nei fiumi. — Scaricando le acque di fogna nei fiumi i corpi solidi si depongono sulle sponde e costituiscono dei banchi di materie organiche e putrescenti, le quali inaffiate ad intervalli dalle escrescenze del fiume fermentano e producono tutte quelle esalazioni deleterie che sono i germi delle malattie infettive.

Così a Londra in causa di questi depositi lungo le sponde del Tamigi ne derivò il bisogno di costruire l'attuale fognatura le cui acque vengono convogliate alla distanza di circa 20 chilometri dalla città per eliminare tutte quelle esalazioni che erano cotanto nocive alla salute dei cittadini.

Lo scarico delle acque della fognatura di Francfort venne fatta nel Meno, il quale avendo la portata di m. c. 6300 all'ora, colla pendenza del 0, 50 per mille, si riteneva che i 400 m. c. all'ora, provenienti dalla fognatura, non potessero recare alcun danno alla salute degli abitanti dei paesi esistenti lungo il fiume. Ma così non fu. In vista dei molti reclami che si sono elevati dagli abitanti delle città e borgate a valle di Francfort si dovettero prendere dei provvedimenti che furono anche ordinati dal Governo, i quali consistettero nel separare le acque di fogna, dalle materie in sospensione sia meccanicamente che chimicamente prima di immetterle nel fiume come vedremo qui di seguito.

A Budapest le acque di fogna si scaricano liberamente nel Danubio; ma tutti sanno che questo fiume ha una grande portata, molta velocità e frequenti piene, cosicchè non si manifesta alcun deposito lungo le sponde che possa recar danno alla salute degli abitanti.

Anche a Vienna, città di 740 000 abitanti, provveduta bastantemente di acqua potabile, le acque di fognatura che derivano dalle vie e dalle 10389 case vengono scaricate nel Danubio, poco lontano dal fabbricato, senza che da ciò ne derivi alcun danno.

(1) Bentivegna. — Trattato di fognatura cittadina.

La fognatura di Vienna dopo le trasformazioni grandiose che ha subìte, eseguì del pari una regolare fognatura con moderni sistemi, di cui però non conosciamo i particolari.

In molti fiumi della Germania si possono scaricare impunemente le acque cloacali stante la massa enorme di acqua che traducono e la loro velocità.

Così a Monaco le acque cloacali sono versate nell'Isar, ma esso è un fiume torrenziale colla velocità maggiore di un metro per secondo, motivo per cui scava in ogni anno il fondo del suo letto, per cui le materie che vi sono scaricate vengono travolte con molta facilità.

Il Reno a Basilea ha un efflusso di 880 000 litri ed a Cologna di un milione e mezzo. Poste tali circostanze si vede che scaricando tutte le fogne delle città che si trovano sulle sponde non ne può derivare alcun danno alla salute trovandosi immensamente diluite.

Il Letheby riteneva che il liquido di acque cloacali stemperato in 20 parti d'acqua non poteva essere riconosciuto dopo il percorso da 15 a 20 chilometri, dove si trova tuttavia la pescicoltura. Invece dagli studi della Commissione inglese risulterebbe che il materiale di fogna diluito in una quantità d'acqua eguale a 20 volte il suo volume, con una velocità di m. 1500 all'ora avrebbe perduto dopo una settimana, cioè dopo il percorso di 290 chilometri, solo un terzo della sua sostanza organica. In conseguenza di che si è conchiuso che niun fiume in Inghilterra, per quanto sia lungo il suo cammino, potrebbe far sparire le traccie dell'acqua di fogna.

Le acque della fognatura di Varsavia si scaricano bensì nella Vistola ma a valle della città ed alla distanza di 8 chilometri.

Nel congresso d'igiene nelle Società tedesche tenutosi nel settembre 1888 si trattò altresì nella depurazione delle acque di rifiuto delle città. In tale Congresso venne detto che a Francofort le autorità locali, rinunciarono all'impianto di un campo di irrigazione, perchè troppo costoso, e adottarono la depurazione meccanica susseguita da un trattamento chimico.

Fu costrutta in quella città una nuova canalizzazione sotterranea che comunica con tutte le case e raccoglie gli scoli che mettono poi capo alle officine di depurazione. Privato con mezzi meccanici la massa liquida delle materie che tiene in sospensione passa in una Galleria dove si mescola ai reattivi chimici destinati a precipitare le materie disciolte. Codesti reattivi sono il solfato di allumina e del latte di calce che si aggiunge successivamente. La dose — come si comprende di leggieri — varia secondo la quantità e la qualità delle acque da depurare.

Dalle esperienze instituite da Lindley, Spiess, Lipsius e Lippert è risultato che la calce riduce al minimo i bacteri contenuti nelle acque di scolo (da 3 a 4 milioni di bacteri contenuti per centimetro cubico) mentre essi aumentano col semplice processo meccanico; il solfato d'allumina produce del pari buoni risultati come disinfettante e sopratutto per ottenere un liquido limpido e per ridurre al minimo il volume della melma dovuta soltanto ai reattivi chimici impiegati.

A Wiesbaden invece non si adopera che la calce e il risultato, secondo il pa-

rere del Koch, sembra completo. L'illustre bacteriologo tedesco riferisce che essendosi recato a visitare senza preavviso codesto impianto in una calda giornata di estate, vide uscire dai bacini di depurazione, acque del tutto inodore.

A questo proposito però egli fa una importante considerazione d'indole generale. Rammenta che per sapere in quale misura un'acqua di rifiuto fu depurata, non basta confrontare la condizione dell'acqua stessa al suo ingresso ed alla sua uscita dai bacini di disinfezione. Invero stando alle esperienze eseguite altrove può accadere che un acqua di rifiuto, già depurata dai reattivi chimici, attraversando altre parti delle officine di depurazione si inquini altra volta di micri organismi attinti ai sedimenti ricchissimi di bacteri e che codesti micri-organismi aumentino con grande rapidità.

Il Koch aggiunge però che se le acque di rifiuto furono realmente disinfettate, un ulteriore sviluppo di bacteri, qualora non dia luogo a produzione di materie putrescibili di cattivo odore, può essere non grave in punto all'igiene. Trattasi in tal caso della comparsa di micro-organismi innocui che si rinvengono più o meno abbondanti in tutti i corsi d'acqua. Così l'acqua della Sprea a Berlino, dove suolsi attingerla per il consumo degli abitanti, contiene oltre centomila germi per centimetro cubico.

In presenza di tal fatto, conchiude il Koch non sembra possibile pretendere che le acque di scolo di una città siano assolutamente prive di germi o almeno poveri di bacteri. Ciò che ragionevolmente si può esigere è che siano sprovviste di materie infettanti.

Per quanto poi si riferisce all'impiego della calce il Koch asseri che essa è un disinfentante di primo ordine, e che in dosi abbastanza notevoli può uccidere in pochi minuti tutti i germi di infezione (1).

A Parigi tutte le acque immonde venivano scaricate nella Senna in un luogo lontano della città tra Asnières e S. Dionigi con un volume totale da 90 a 100 milioni di metri cubici all'anno. Qui il fiume diventò un immondezzajo con acque torbide, nere, fetenti, stagnanti quasi in ebollizione per le innumerevoli bolle di gas che si sprigionavano.

Per risanare questo fiume, così profondamente inquinato, dopo di avere tentati inutilmente i reagenti chimici del fosfato di allumina, il Belgrand ha proposto di irrigare i terreni incolti di Gennevilliers.

L'esperienza dapprima venne fatta sulla superficie di ettari 400. Per condurre le acque immonde sopra questo piano fu d'uopo di applicare delle macchine elevatorie, il cui numero si aumentò mano mano che si estese la superficie del terreno da irrigarsi. Nel mentre nel 1875 il terreno irrigato era di 200 ettari salì nel 1883, a 572 ettari coll'impiego di macchine elevatorie della forza di 1100 cavalli. È inutile il dire i vantaggi enormi che si sono ottenuti con questo sistema di depurazione delle acque, sia nell'aumento di ricchezza e di produzione dei terreni, sia nella salute pubblica. Basterà il dire che anteriormente all'irri-

(1) Annuario scientifico ed industriale, Anno XXV.

gazione il valore locativo del terreno si limitava da fr. 90 a fr. 150 all'ettaro, in seguito alla irrigazione salì da 450 a 500 franchi l'ettaro (1).

A Berlino le acque provenienti dalla fognatura, che vengono scaricate in cinque luoghi diversi, si immettono in serbatoj scavati nel terreno, ciascuno del diametro di 12 metri, al centro del quale vi è un pozzo del diametro di m. 3, 02, coperto da griglia ove vanno a deporsi i corpi solidi.

Tutte le acque raccolte in questi serbatoj vengono sollevate da pompe messe in moto da 33 caldaje a vapore per essere tradotte all'irrigazione dei terreni. Fu d'uopo al Municipio di Berlino di acquistare tali terreni da irrigarsi essendosi rifiutati i proprietari dei fondi limitrofi di accettare quaste acque.

Per siffatto acquisto il Comune di Berlino dovette sottostare alla spesa di L. 13 342 000 che corrisponde a L. 500 ed a L. 400 all'ettaro.

Il volume delle acque scaricate nell'esercizio 1883-1884 fu di m. c. 28 774 000 che corrisponde a metri cubi 78 617 al giorno. E le spese di esercizio sommarono a Lire 653 000, con che si ha la spesa di Lire 0, 2925 per ogni abitante all'anno.

Nel Congresso dei medici tedeschi avvenuto nel 1886 il Dott. Heradfeld parlando della fognatura di Berlino riferì che ad ogni ettaro di terreno vengono giornalmente convogliate per un medio m. c. 38, 9.

Dei terreni irrigati il 47, 6 per 100 è destinato alla coltivazione di piante oleaginose; il 55, 6 per 100 alle piante sarchiate: il 2, 6 per 100 alla scuola d'arboricoltura; il 6. 3 per cento è affittata; il 33, 2 per 100 è posto a marcita ed il 4, 7 per 100 a prati ordinari. Per ogni abitante si possono calcolare litri 108, 7 di acqua di scolo. Da queste acque di scolo si separano le sostanze solide le quali in parte sono dovute alla putrefazione, ed in parte si formano per l'evaporazione. Questo sedimento in parte si depone nelle vasche, ed in parte si separa sul terreno e costituisce in tal caso un pericolo per la vegetazione. Mescolando della calce all'acqua di scolo, quando entra nei bacini, si impedisce quest'ultimo inconveniente.

Le acque di fogna di Croydon, città di 80 mila abitanti, discosta soltanto 12 miglia da Londra, sono condotte ad irrigare il podere Beddington che trovasi alla sola distanza di m. 1100 dalla città.

Prima che tali acque vadano ad irrigare i terreni sono liberate dalle materie solide o sospese mediante un apparato che venne immaginato dall'ing. Baldwin, Latham.

Ecco come funziona.

Le acque di fogna mettono in moto una turbina la quale fa girare trasversalmente alla corrente un tamburo del diametro di m. 0, 85 di petto. Questo tamburo raccoglie quanto vi può essere di solido o sospeso mediante 8 grate innestate sull'asse del tamburo e racchiuse fra due lastre traforate, mantenendo lo scolo della parte liquida col mezzo di apposito getto d'acqua pure attivato dalla turbina. Le materie non diluite cadono verso il mezzo dell'asse d'onde una vite di

(1) *Annales des Ponts et Chaussees*, Settembre 1885.

Archimede, che ne forma per così dire il nucleo, le fa passare in apposito recipiente. Queste materie sono di poi mescolate a detriti di carbon fossile ed indi abbruciate.

Abbiamo detto che le acque di fogna si possono disinfettare con due processi, cioè col trattamento *meccanico* e col trattamento *chimico*. Faremo qui conoscere brevemente questi due diversi processi.

Il trattamento *meccanico* consiste nel separare dai liquidi degli acquedotti le materie organiche in sospensione col mezzo del riposo o dei filtri. Da ciò si vede che i risultati igienici non debbono essere soddisfacenti poichè le acque filtrate e decantate, quantunque in apparenza chiare possono corrompere i corsi d'acqua potabile. Si sa del resto che le acque decantate o filtrate entrano ben presto in putrefazione.

La materie ricavate dai filtri, o dalla decantazione in generale, non possono compensare la spesa del trattamento. Questi risultati sono il frutto dell'esperienza fatta a Birmingham a Rems, Plymouth, Bilston, Ashby, Rugby, Worksop ecc.

Si eseguisce la *decantazione* col mezzo di grandi serbatoi la cui bocca di scarico è munita da una paratoia in questi serbatoj si fa entrare l'acqua e vi si ferma in essi per un tempo più o meno lungo, quanto può occorrere per ottenere il deposito del fondo delle sostanze organiche.

La *filtrazione* attraverso delle sostanze inerti, come sarebbe la sabbia od il coke, oppure attraverso alle tele metalliche fisse o mobili presenta degli inconvenienti analoghi. L'esperienza non è stata la più favorevole; ed altresì nell'egual modo della decantazione è d'uopo considerarla piuttosto come un mezzo di preparazione delle acque per una purificazione più completa che siccome un vero sistema di depurazione.

A Boston (Stati uniti) l'emissario della fognatura comprende anche i canali di decantazione. Essi hanno la lunghezza di circa m. 400 e consistono in due gallerie accoppiate. Ogni galleria ha la larghezza di m. 2,41 e l'altezza di m. 4,83. Sono formate interamente di calcestruzzo, ad eccezione della platea che è rivestita da un corso di mattoni. L'intonaco interno è di Portland, dello spessore di millim. 13. La vôlta è grossa m. 0,33.

Poco dopo queste gallerie le acque entrano in un sifone lungo quasi due chilometri coll'immersione di m. 46. La sezione è circolare della superficie di m. q. 4 e del diametro di m. 2,288. La differenza di livello nel fondo del sifone è di m. 0,74 cosicchè si ha la pendenza di alquanto meno di $^1/_{2507}$ (1).

Il trattamento *chimico* comprende due operazioni distinte cioè la disinfezione e la precipitazione.

La disinfezione si fonda sulla proprietà che hanno talune sostanze di togliere in parte alle acque delle fogne i loro caratteri prevalenti. Tra queste sostanze vi sono gli ossidi metallici ed i loro sali i quali fissano parzialmente i gas della fermentazione, fra cui l'idrogeno solforato. Nondimeno il prezzo assai elevato di

(1) *Le Génie civil.* — 1889.

questi disinfettanti e le spese d'impianto e di manipolazione, impegnano in una spesa rilevante per le grandi masse d'acqua. Ne abbiamo di ciò una prova nelle grandi vasche coperte recentemente costrutte a Barking Creek ove vanno a finire le acque di fogna dei tre collettori di Londra situati al nord del Tamigi il cui costo venne preventivato in L. 10 milioni esclusi i macchinismi.

I principali disinfettanti sono:

1.° Il liquido Mac-Dougall che contiene il 2 per cento di calce e l'uno di acido fenico. Questo liquido, che è stato impiegato con successo a Carlisle, non lo è stato a Croydon dove fu sostituito da un estrattore di cui tratteremo a suo luogo.

2.° Venne esperimentato il carbone nella città di Ubridge, ma non si trovò conveniente sotto il punto di vista economico.

3.° L'argilla ha dato nella Contea di Cambridge dei risultati migliori del carbone.

La precipitazione si fonda sulla facoltà che hanno certe sostanze di formare dei composti insolubili in cui si associano i principi deleteri delle acque di fogna. Fra tutte queste sostanze l'esperienza ha dato il primo posto alla calce. Nondimeno l'analisi chimica ha provato che la calce precipita solamente $^5/_6$ dell'acido fosforico delle acque di fogna, ma non separa ne le materie organiche, nè l'ammoniaca, nè la potassa in soluzione.

In seguito alle esperienze instituite in Inghilterra si è trovato che il percloruro di ferro era superiore alla calce; esso precipita l'acido fosforico e l'idrogeno solforato, mentre non agisce sulle materie organiche e sull'ammoniaca. Se non che questo disinfettante ha un costo troppo elevato e non vi è la convenienza di usarlo.

A Londra attualmente per disinfettare le acque di fogna, che giungono a Barking Creek dai tre collettori al nord del Tamigi, si usa la calce ed il protosolfato di calce che vi si immettono nel modo che verrà in seguito indicato allorchè descriveremo la fognatura di Londra.

A Danzica le acque di fogna sono sollevate ed inviate alla distanza di 3 chilometri dalla città e dirette all'irrigazione delle dune interposte tra la Vistola ed il Baltico. Prima di giungere alle trombe elevatrici le stesse acque sono spogliate dalle materie grasse col mezzo dell'apparato immaginato dall'ing. Baldwin Latham conforme a quello di Croydon.

Nel progetto per la fognatura di Napoli, compilato dall'ing. Bruno, venne stabilito che tutte le acque cloacali saranno convogliate e scaricate nel mare alla distanza di chilometri 15, 55 da Napoli, andando a finire al piano dell'antica Cuma all'estremo meridionale del lago di Licata. Non pertanto si ha la ferma intenzione di poter usare tali acque per irrigare l'estesissima superficie di terreno che esiste in quelle vicinanze la quale è abbastanza depressa per poter accogliere le stesse acque.

Tutti gli igienisti sono d'accordo che il mezzo migliore per disinfettare le acque di fogna e per ricavarne da esso un lauto profitto sia quello di usarle nell'irrigazione dei terreni ai quali serve altresì di emendamento.

Il suolo, dice Schlæsing, è « il depuratore perfetto delle acque cariche di materie organiche ». Agisce dapprima meccanicamente nella maniera di un filtro, trattenendo alla sua superficie le particelle più grosse fino alle più piccole nei pori degli strati superficiali; la filtrazione vi è talmente completa che nel caso in cui l'altezza è bastante ed il terreno convenientemente scelto, l'acqua raccolta si mostra di una limpidezza assoluta; i microbi, essi medesimi vi sono trattenuti a tal punto che nelle acque di drenaggio di Gennevilliers, l'analisi micrografica non distingue più una ventina di bacteri, allorchè l'acqua delle fogne di Parigi sparsa sul terreno a 2 o 3 metri al disopra delle fogna, ne contiene mille volte di più e che l'acqua delle sorgenti della Vanne ne contiene tre o quattro volte altrettanto! Nello stesso tempo vi si produce per effetto dell' aria che si trova nei vani lasciati fra le particelle della terra una combustione di materie organiche, una specie di fermentazione da cui risulta la nitrificazione delle materie azotate che facilita grandemante l'enorme superficie offerta dall'acqua che impregna le particelle di terra all'azione dell'aria che le circonda.

Un doppio movimento si produce nell' interno del suolo fra l'acqua e l'aria e mette costantemente in contatto l'elemento nocivo e l'elemento riparatore. Se è ben regolato, il risultato ottenuto non lascia di che desiderare. La vegetazione è d' altronde un potente ausiliario, poichè essa medesima contribuisce a siffatto lavoro, evaporando una gran parte dell'acqua e sbarazzandola da alcune delle sostanze di cui essa è caricata.

« Per giungere ad una buona depurazione è d' uopo adunque trattenere più che sia possibile l'aereazioue del suolo, distribuire l'acqua regolarmente, vale a dire nella stessa quantità a diversi intervalli di tempo eguali, di maniera che la sua discesa attraverso il suolo duri almeno il tempo richiesto per la sua depurazione; prendere quando ciò è necessario delle disposizioni per lo scarico dell'acqua onde non lasciarla giammai accumulare sul suolo » (1).

Le esperienze instituite sul podere di Baddington hanno mostrato che l'acqua defluita in seguito all'irrigazione riesce limpida, pura e filtrata dimodochè viene in seguito scaricata nel torrente contiguo e di là convogliata nei giardini ove serve di ornamento.

Senza ricorrere all' applicazione antichissima che si era fatta a Gerusalemme di cui si hanno delle traccie (2) si trovano in Milano le acque delle esistenti fogne che vengono impiegate già da secoli nell' irrigazione dei prati a sommo

(1) D. Proust. — *Rapporto presentato il 12 Dicembre 1882 alla Commissione Tecniea del risanamenlo di Parigi.*

Bechmann. — *Solubrità urbana, distribuzione dell'acqua e risanamento.*

(2) Il Wazon nel suo lavoro sul risanamento delle città dichiara che l'utilizzazione agricola delle acque di scolo per l' irrigazione diretta *allo stato naturale* rimonta alla più remota antichità, poichè verso l'anno 340 Gerusalemme irrigava già i suoi giardini colle acque impure uscenti dalla città Un sistema completo di scolo liberava in particolare il Tempio di Gerusalemme mediante una grande quantità di acqua pura che si versava per diluire il sangue delle vittime sagrificate ed impedire così la putrefazione nel sacro recinto. Dopo una grossolana decantazione fatta in serbatoi speciali queste acque di scolo erano dirette nella valle del Cedron dove si utilizzavano per inaffiare e fertilizzare i giardini. — Wazon. — *Assainissement des villes et habitations).*

profitto dei loro proprietari, i quali falciano una quantità di erbe più che doppia di quella che si ottiene dai prati ordinari, senza che sia d'uopo di alcuna concimazione. Da siffatto uso delle acque di fogna poi non ne deriva alcun danno alla salute pubblica anche nel caso di epidemìa, come lo ha mostrato l'esperienza secolare.

Ora si tratterà di stabilire l'estensione del terreno che sarà necessaria per depurare le acque di fogna in una misura conveniente.

Il dott. Proust appoggiandosi alle regole da esso più sopra indicate, dichiara che si può depurare assai facilmente sopra un suolo permeabile abbastanza atto per costituire un buon filtro naturale 50 000 m. c. d'acqua di fogna per ettaro e per anno. Questa cifra, intorno alla quale si oscilla in un gran numero di prove pratiche varia ciò nullameno col clima, la natura del suolo ecc. in conseguenza di che si è molte volte sorpassato; Frankland ha potuto senza inconvenienti scaricare 120 000 m. c. sopra ogni ettaro; e si cita Merthyr-Tidvil ove il Bayley-Denton giunse a 180 000 e 240 000 metri cubici sopra ciascun ettaro.

Diversi igienisti ritennero di poter determinare la stessa estensione di terreno in ragione della popolazione dalla quale sono scaricate le acque di fogna. Così per Bruxelles, che ha la popolazione di 300 000 abitanti, si calcolava un ettaro per 50 abitanti. Invece secondo il Lengerk si ritene essere necessario un ettaro per 24 persone; ed Hope calcolerebbe 66 individui per ettaro. Se non che questo modo di calcolare ci sembra poco esatto, pel motivo che la quantità delle acque di fogna non è in una misura costante in tutti i luoghi ne proporzionata alla popolazione, ma varia assaissimo in relazione alla maggiore o minore quantità d'acqua disponibile per le fognature. D'altra parte è d'uopo di tener conto del genere di coltivazione a cui si vuol destinare l'acqua, variando assaissimo secondo che il terreno è a prato oppure coltivato a cereali, a civaie ed ortaggi, come del pari se l'irrigazione del terreno e continua oppure alternata.

Prendendo a considerare la Lombardia intorno alla quale si ha uno studio secolare sull'irrigazione emerge che con un metro cubico di acqua continua si possono inaffiare di

Terreno a prato	Ettari	750
Aratorio molto permeabile . . .	»	910
Mediamente permeabile	»	1130
Poco permeabile	»	1300
Tenace	»	1500
Se il terreno è a prato perenne e marcitorio utilizzando gli scoli . .	»	60

Per irrigare le ortaglie situate nei contorni di Milano, ove si coltivano dei prodotti diversi, con litri 34,60 al minuto secondo si possono irrigare Ettari 1,70 ammesso che la durata dell'irrigazione sia di 6 ore e che questa irrigazione si effettui ogni 8 giorni.

Si avrebbe quindi che con un metro cubico di acqua si possono irrigare 49 ettari in ruota di otto giorni, ossia un metro cubico d'acqua per 8 ettari.

Dalle esperienze instituite dalla Commissione di Rugby si trovò che irrigando un ettaro di terra con 7500 metri cubici d' acqua l' accrescimento del raccolto era del 12 %, per ogni mille metri cubici d'acqua sul primo raccolto, ossia su quello senza l' irrigazione. Oltre questa dose se si aggiungeva altra quantità d'acqua sino ai m. c. 7500, l'aumento non dava più che il 10, 50 per mille metri cubici; proseguendo ad accrescere il volume dell'acqua il vantaggio andava sempre più a diminuire.

Ma dove l'acqua di fogna riesce la più adattata e fornisce i maggiori vantaggi si è quello di impiegarla nella coltivazione dei prati perenni denominati a *marcita*.

Per questi prati è necessario che l' acqua abbia un certo grado di calore anche durante l'inverno e non discendi oltre i 4 gradi sopra zero affinchè non geli. Ora dalle esperienze instituite a Parigi nel 1869 si ebbe che allorquando l' aria atmosferica all' inverno discendeva da zero a 10° sotto zero, le acque di fogna non si abbassavano giammai al di sotto da 3° a 4.° sopra zero: mentre poi all' estate si conservavano a 11°, quando la temperatura esterna saliva a 29° 9 centigradi.

Questa circostanza favorevole fa sì che allorquando si possono coltivare i prati perenni a marcita l'utile sarà enorme, poichè se un determinato prato ordinario può dare annualmente quintali 67 di fieno per ogni ettaro, riducendolo a marcita si avrà il prodotto di quintali 190 all' ettaro vale a dire si triplicherà quasi il ricavo.

In quanto al volume delle acque scaricato dalle fogne esso non può essere indicato a *priori* ne in via approssimativa, ma va determinato in base alle osservazioni ed all' esperienza, potendo variare assaissimo dall' una all' altra città. Infatti dagli studi intrapresi dal Roster sopra 41 città, riferendo il volume annuale delle acque all' unità di popolazione risulta che per individuo e per anno si ha un massimo di metri c. 128 per la città di Hertford, ed un minimo di m. c. 28 per la città di Harrogate. Vi è troppa differenza perchè questi dati possono servire nella pratica.

Quando si conosca il volume delle acque da scaricarsi dalle fogne e le qualità delle colture alle quali le stesse acque sono destinate, tornerà assai facile di determinare la superficie di terreno che dovrà essere destinata all' irrigazione.

Prima di chiudere l'esame del provvedimento da prendersi sull'impiego delle acque delle fogne e di destinarle all'irrigazione dei terreni ci è d'uopo di dovere fare alcune considerazioni per eliminare i pregiudizi che hanno molti tecnici sui temuti danni che possono derivare alla salute pubblica dalla suindicata applicazione.

Nell' atto che si discuteva il progetto per la fognatura di Napoli il Consiglio superiore dei Lavori pubblici fra le altre cose dichiarava:

« Anche poi sui fondati benefici della irrigazione dei campi colle acque fecali « si ammette, ed è di fatto, che i prodotti diventano opimi; ma è un fatto al- « tresì che a Berlino le ortaglie che vi crescono sono rifiutate sui mercati pel

« prezzo che censervano e persino i cavalli disdegnano e respingono il fieno « che vi si lascia sopra, ciò che se è vero colà, come è verissimo, deve essere « vero anche altrove in circostanze eguali a quelle dell' impero Germanico ed « anche qui in Italia esempi non mancherebbero, benchè in iscala minuta ».

E trattando delle acque di fogna di Parigi lo stesso Consiglio soggiungeva che tali fogne « scaricano il loro impuro prodotto sulla penisola di Genevilliers, « e le altre acque condotte a Bondy, dapprima decantate come innocue ora non « si credono più tali. Le antiche e le recenti querele contro la eseguita cana- « lizzazione hanno ingenerata la convinzione negli igienisti che sia necessario « tosto o tardi di portare tutte le acque luride all'Havre » (1).

Il Durand-Claye che visitò i lavori della fognatura di Berlino, in una memoria del medesimo pubblicata nel 1886 (2) dichiara che la grave questione del risanamento di una grande città venne risolta a Berlino in modo soddisfacente. Le materie impure vanno alla fognatura e si mescolano ad una grande quantità d' acqua e sortono per purificarsi passando attraverso i terreni. Sono passati ormai 14 anni e l' esperienza non può a meno di ammettere un successo incontestabile.

Qui come si vede non si fa alcun cenno che i prodotti orticoli che si hanno dai terreni irrigati colle fogne siano cattivi e rifiutati sui mercati, circostanza che non si poteva dimenticare.

Lo stesso Durand-Claye che ha visitate alcune città della Germania dichiara che l' unico mezzo di risolvere il problema igienico sugli scoli delle fogne è quello di impiegarli nella irrigazione dei terreni avendo dimostrata l'esperienza essere un tal mezzo preferibile a qualunque altro. A Danzica si immettono giornalmente nei serbatoi 13 500 m. c. di scoli forniti da circa 4000 diramazioni che raccolgono il contributo di 13 677 latrine e di 12 407 acquai privati. Giunti le acque nei serbatoi, dopo la separazione delle materie solide in sospensione, le acque vengono spinte sui terreni col mezzo delle pompe. Lo stesso mezzo adottato a Danzica venne seguito a Breslavia. Il risanamento di quest' ultima città, che conta 250 000 abitanti, non costò che la spesa di L. 2 250 000.

A Milano le acque della fognatura provenienti dalla popolazione di oltre 100 mila abitanti sono convogliate col mezzo del canale Vettabbia sui terreni a prato posti appena fuori delle mura. Ebbene il prodotto delle erbe e del fieno di questi prati serve pel mantenimento di numerose mandre che lo pascolano avidamente dalle quali si ha del latte, del burro e del cacio eccellente che si consuma in città e che si esporta anche all' estero. Qui si ritiene da tutti che le acque più apprezzate pei prati *marcitori* siano quelle che provengono dalla fogna della città le quali danno i migliori e più importanti prodotti (3).

Se questo non bastasse per provare l'errore in cui è caduto il Consiglio dei

(1) Voto dei Consiglio superiore dei Lavori pubblici emesso in seguito alle deliberazioni del Consiglio Comunale di Napoli del 6 febbraio 1885.

(2) *Annales des Ponts et Chaussées.*

(3) Vedi Milano ed il suo territorio. Tomo. II.

Lavori Pubblici dobbiamo aggiungere che tutte le ortaglie di Milano, la cui produzione in erbaggi e civaie si smaltisce in parte sui mercati della città ed in parte trasportata nei comuni rurali, sono irrigate interamente colle acque nelle quali furono diluite le materie provenienti dallo spurgo dei pozzi neri, cosicchè corrispondono evidentemente alle acque di fogna.

Rimarrà ora a conoscersi se effettivamente sussiste quanto venne detto intorno alle acque di fogna di Parigi che vengono tradotte a Gennevillers per l'irrigazione di quei terreni.

La Commissione nominata dal Prefetto della Senna per le proposte di risanamento di Parigi nel suo rapporto, trattando della irrigazione di Genevillers, vien detto: « Che la popolazione di Genevillers si aumentò fra i due ultimi « ricensimenti dal 1876 al 1881 del 34 % in seguito alla immigrazione di un « gran numero di coltivatori giunti dai comuni vicini. Lo stato sanitario non « lascia nulla a desiderare. Dopo molti anni sarebbe impossibile di citare la più « piccola ombra di lagnanza (1).

E nello studio dei nuovi lavori da eseguirsi per estendere l'irrigazione nei poderi di Achères colle stesse acque di fogna di Parigi, la stessa Commissione costituita, come si sa da ispettori di Ponti e strade, da ingegneri civili, da igienisti, architetti ecc. ecc. dichiarò nettamente « che le acque di fogna della città « di Parigi allo stato attuale, vale a dire che contengono una forte proporzione « di materie escrementizie, posssono essere sottoposte al processo di depurazione « col suolo senza pericolo per la sanità pubblica (2).

Questo voto è sanzionato dalle esperienze instituite a Genevillers sopra più di 530 ettari di terreno colle acque di fogna che contenevano incontestabilmente una quantità assai notevole di materie escrementizie. Sembra adunque di avere dimostrato la massima sicurezza sotto il punto di vista igienico della convenienza di estendere le irrigazioni sui terreni di Achères.

Nell'adunanza di igiene tedesca tenuta a Breslavia nel settembre 1885 il Kaumann si dichiarò d'avviso che il metodo di impiegare le acque di rifiuto per l'irrigazione dei terreni, nel modo adottato anche a Breslavia, sia da considerarsi sotto ogni riguardo un beneficio per quella città. Egli dimostrò la superiorità del metodo di irrigazione in confronto dei prodotti di depurazione artificiale delle acque di scolo. Ma laddove la depurazione artificiale diventa inevitabile perchè il terreno non si presta all'irrigazione o per altri impedimenti si debba studiare un processo che possa eguagliare nei risultati la depurazione naturale coll'irrigazione (3).

Di fronte a siffatte dichiarazioni abbastanza esplicite da persone competenti d'igiene come mai si può dubitare tuttavia sull'innocuità delle irrigazioni colle acque di fogna?

Ed è per questi motivi che nelle ultime proposte fatte per estendere la fognatura di Milano venne stabilito di impiegare le sue acque nella irrigazione dei

(1) *Annales des Ponts et Chaussees* Settembre 1885.
(2) Art. 32 delle Risoluzioni della Commissione.
(3) Annuario scientifico ed industriale Anno XXIII.

terreni che si trovano al sud della città non riconoscendosi in ciò alcun pericolo per l'igiene pubblica.

Prima di abbandonare questo argomento dobbiamo aggiungere una notizia che ci viene attualmente recata da una pubblicazione scientifica Francese, la quale merita la massima attenzione.

Un avvenimento curioso, vien detto, la cui applicazione potrebbe cambiare la faccia della questione sul depuramento delle acque di fognatura nelle grandi città, è la scoperta fatta recentemente che una corrente elettrica depura meravigliosamente le acque di fognatura.

Questa scoperta è dovuta al chimico di Londra Webster. Secondo questo chimico un liquido di color d'inchiostro versato alla stazione di Deptford del servizio Metropolitano prende sotto l'azione della corrente elettrica un movimento generale di rotazione. È come una processione di molecole dall'alto al basso e dal basso all'alto, contrariamente a ciò che vi passa coi reagenti chimici i quali determinano una precipitazione, le materie in sospensione si riuniscono alla superficie nel liquido. I gas sviluppati dall'azione elettrica si attaccano a queste materie e le fanno galleggiare, ma quando si agita la bottiglia il tutto si colloca nell'ordine delle densità.

In 20 minuti, dell'acqua di fognatura spogliata di tutta la sua trasparenza, si rischiara, salvo alla sommità ove le materie organiche vanno a formare una crosta semi solida.

Ecco assicurata una scoperta inattesa e che merita di essere proseguita in ciò che tocca la sua applicazione al risanamento delle acque dei fiumi e dei canali che attraversano le città (1).

10. — *Destinazioni diverse che furono date ai condotti di fognatura.*

Nella costruzione e destinazione dei canali di fognatura non venne seguito dappertutto il medesimo principio mentre in alcuni si sono ammesse le deiezioni, le acque domestiche e le pluviali delle strade, escludendo qualunque altro servizio; in altri vennero compresi i tubi per le acque potabili, per il gas, i fili elettrici, ecc. comprendendo del pari le dejezioni, le acque pluviali e le immondizie stradali. In alcune città invece furono escluse le acque di pioggia delle strade, seguendo il principio adottato dal Waring non accogliendo che le acque lorde e le dejezioni delle case.

In queste destinazioni differenti date ai canali di fognatura spesso motivate da circostanze speciali, torna opportuno di esaminarle separatamente per conoscere la convenienza o meno di adottare piuttosto l'uno che l'altro sistema.

Nella fognatura di Londra vi entrano le dejezioni, le acque domestiche e le pluviali defluenti dalle case e dalle strade, ma non si ammettono le immondizie

(1) L'année scientifique ed industrielle del 1888.

stradali che vengono trasportate coi carri, nè i tubi delle acque potabili, nè i fili elettrici, cosicchè la sezione dei canali venne limitata agli accennati servizj (1).

A Parigi venne seguito un sistema molto più largo. I canali di fognatura comprendono tutti i servizi tanto pubblici quanto privati, per cui ne derivò la denominazione del sistema *tout à l'égout*. Laonde oltre allo scarico delle latrine, alle acque pluviali ed a quelle lorde di cucina, vengono immesse nella fognatura tutte le immondizie, il detrito, il fango e la lavatura delle strade comprendendo altresì i condotti dell'acqua potabile, quelli del gas, ed i fili elettrici e ciò pel motivo di ovviare al grave incomodo di manomettere il pavimento stradale per far luogo alle riparazioni che frequentemente abbisognano queste diverse condutture.

Da siffatta moltiplicità di servizi fra loro riuniti emerse necessariamente il bisogno di costruire delle grandi gallerie fiancheggiate da banchine per il passaggio degli operai e pel collocamento dei condotti. Se non che dall'immissione di tutte queste materie e particolarmente dei detriti e delle immondizie la velocità della corrente non essendo bastante a trasportarle, si rende necessario l'impiego di un gran numero di operaj per tenerle in moto costantemente, con che si ha una spesa giornaliera molto grave (2).

Ad onta di tutto questo l'attuale fognatura non soddisfa punto ai bisogni dell'igiene trovandosi tuttavia 60 mila fosse fisse, e 23 000 apparati divisori per cui le deiezioni solide devono in molta parte essere trasportate con carri. In questo stato di cose non è punto da stupirsi se la salute pubblica a Parigi sentì il bisogno di dover eseguire degli altri lavori, come vedremo più innanzi.

Nella fognatura di Berlino si immettono le acque pluviali delle strade e quelle lorde provenienti dalle case non che le dejezioni, essendosi vietate le fosse fisse, sono perciò esclusi i condotti di qualunque natura dei quali si provvede in modo diverso.

Anche nella fognatura di Francfort s. m., come quella di Berlino non vi defluiscono che le materie fecali, le acque lorde delle case e quelle delle strade. In quanto alle acque di pioggia nei grandi acquazzoni si è provveduto di scaricarle nel fiume Meno col mezzo degli occorrenti stramazzi.

Nel progetto della fognatura di Napoli, ora in corso di esecuzione, vennero separate le acque pluviali provenienti dalle colline che sono scaricate direttamente nel mare col mezzo di due canali della lunghezza di 4 chilometri. Di più per il col-

(1) A Londra non si lascia defluire nella fognatura che l'acqua delle strade e non già il fango e le dejezioni animali. Per queste ultime vi sono dei fanciulli da 10 a 15 anni forniti da una pala e da una scopa che raccolgono immediatamente le dejezioni solide le quali vengono in seguito gettate in fogne speciali di ghisa disposte ad intervalli lungo le vie. Questa pulitura ha luogo particolarmente ove si trovano i pavimenti in legname all'oggetto di impedire la loro putrefazione. Le spese annue di pulimento ed inaffiamento ascendono, nella sola City, a L. 900 000; e siccome la superficie totale della City è di ettari 259, così si ha la spesa media del pulimento in L. 3475 all'ettaro. A Parigi questa spesa è di L. 2160 all'ettaro.

(2) La Commissione nominata dal Municipio di Torino per lo studio e le proposte di una nuova fognatura allorchè visitò le grandi gallerie di Parigi ha veduto una schiera di 1200 operaj impiegati a tener in movimento le diverse materie che giornalmente si scaricano nella fognatura.

lettore basso della città non volendo immettere nel mare le acque di fogna inquinate dalle dejezioni, le quali avrebbero cagionati dei depositi a danno dell' igiene, si tennero separate le acque di fogna da quelle pluviali col mezzo di due condotti distinti, scaricandosi le ultime direttamente nel mare, mentre le prime sono sollevate con macchine per poterle versare nel mare stesso, ma ad una grande distanza insieme alle altre provenienti dalla città.

A Bruxelles i canali di fognatura sono costrutti in conformità di quelli di Parigi, vale a dire con un canale nel mezzo e con due banchine laterali. Se non che in queste fognature non sono immesse le spazzature delle strade nè i condotti del gas, dell' acqua potabile e dei fili elettrici, accogliendo soltanto le dejezioni, le acque lorde e le pluviali. Nullameno per la poca pendenza che hanno i canali necessita l' intervento di un determinato numero di operaj per mettere in moto le materie che si arrestano e che impedirebbero il deflusso delle acque.

Nel progetto compilato per la fognatura di Tolone venne stabilito di escludere le acque pluviali delle strade. Queste acque, che sono abbondantissime al momento delle pioggie, avrebbero impegnato a delle sezioni enormi dei condotti nei quali in seguito si sarebbe ottenuto uno scolo diffettoso, cosicchè si sono separate le acque domestiche e le materie fecali il cui volume non è molto grande.

Si devono pertanto sollevare meccanicamente le acque pluviali che cadono sulla superficie dalla città di oltre 150 ettari, e che si trova a livello del mare il cui pelo d'acqua in generale è molto elevato nei giorni di pioggia e che impedisce del tutto il funzionamento delle fogne che vi si scaricano.

Si è pensato adunque di condurre le acque pluviali della città alta in un canale trasversale situato al centro della città stessa, lasciando scolare la parte bassa nel porto col mezzo dei canaletti, come ha luogo attualmente.

La canalizzazione propriamente detta non ricevendo che le acque lorde delle case non verrà ostruita dalle sabbie e dalla ghiaja delle strade ed il deflusso avrà luogo nelle migliori condizioni.

Nulla meno venne ammesso di introdurre nella canalizzazione una determinata quantità d'acqua proveniente dai tetti delle case per ottenere nei giorni di pioggia delle energiche risciacquature.

A Varsavia la fognatura serve per lo scarico delle dejezioni e delle acque lorde provenienti dalle case non che per lo smaltimento delle pluviali. Siccome però queste ultime possono essere copiosissime nei grandi acquazzoni, così si è provveduto allo scarico degli oragani col mezzo di quattro condotti separati i quali immettono direttamente nella Vistola, mentre le acque ordinarie sono convogliate nei canali di fognatura insieme alle dejezioni.

Non consta che nella stessa fognatura siano ammessi i condotti dell'acqua potabile, del gas, fili elettrici, ecc.

Nella nuova fognatura che si sta costruendo in Milano furono esclusi i condotti d'acqua potabile, quelli per il gas ed i fili elettrici cosicchè nei canali di fogna non vi saranno che le materie escrementizie, le acque lorde e le pluviali. Pei condotti dell'acqua potabile del gas ecc. venne stabilito nei nuovi quartieri che ciascun proprietario deve costruire lungo la sua fronte verso strada un

canale sotterraneo con dimensioni bastanti per essere percorso dagli operaj e ciò all'oggetto di ovviare all' incomodo assai grave alla viabilità col manomettere il pavimento stradale per eseguire le occorrenti riparazioni e le opere di riforma.

A Roma invece seguendo l'antica consuetudine i condotti dell' acqua potabile furono collocati nei canali di fognatura, come vedremo in seguito allorchè tratteremo dei nuovi lavori che si sono eseguiti e che si eseguiscono in quella città.

Riassumendo il fin qui detto si scorge che tanto in Inghilterra quanto in Germania i canali di fognatura non ammettono i condotti delle acque potabili, nè quelli del gas ed i fili elettrici nell'egual modo che si intende di praticare a Milano pei quali si provvede in modo diverso.

Che nella massima parte le acque pluviali sono convogliate negli stessi condotti della fognatura fino al loro scarico, servendo esse a maggiormente dilavarli dalle lordure che vi potessero essere malgrado le interpolate risciacquature.

Che non si ammettono le spazzature delle strade e si impedisce possibilmente che entrino nella fognatura i detriti ed il fango, inquantochè tali materie sarebbero difficilmente trasportate dalla corrente.

Che non compredendosi gli accennati condotti, i quali sono totalmente estranei allo scopo della fognatura, si rendono inutili le banchine laterali nell'egual modo che si è praticato a Parigi ed a Bruxelles e come si intende di eseguire nella fognatura di Napoli, inquantochè i condotti di fognatura si possono visitare egualmente coi pozzetti di ispezione senza il bisogno delle banchine per le quali la spesa di costruzione dei condotti si accresce notevolmente.

Che nel caso di riparazioni i canali di fognatura si possono mettere momentaneamente in asciutto col mezzo delle paratoje destinate ad eseguire i risciacquamenti.

Nei Canali di fognatura in Roma si trovò invece di accogliere i condotti dell'acqua potabile, come già si disse, seguendo in ciò un uso inveterato che era invalso allorquando i canali erano di terra cotta o di piombo murati.

11. — *Latrine pubbliche e spanditoj.*

Pel risanamento delle città fra i provvedimenti da prendersi non deve essere dimenticata la costruzione delle latrine pubbliche e degli spanditoj, i quali sono ormai richiesti dai popoli civili per ottenere la necessaria pulitezza e per il comodo pubblico.

Se si deve prestar fede a Giovenale nei primi tempi di Roma le dejezioni e le acque domestiche si raccoglievano in vasi che in ciascun mattino si vuotavano nelle strade ove venivano tolte regolarmente. Malgrado le proibizioni fatte dagli editti si approfittava della notte per gettare tali materie nella strada. Poco prima dell' Impero le case dei Romani vennero provvedute di latrine, come risulterebbe dai resti di Pompei e di Pozzuoli. Venivano esse lavate con un

abbondante quantità di acqua. Un uso bizzarro era quello di collocarle in prossimità delle cucine.

Le latrine pubbliche erano altresì odottate dai Romani. Sotto il regno di Diocleziano se ne contavano fino a 144. Esse si appaltavano ai Foricarj (1) i quali facevano pagare una tassa da coloro che ne facevano uso.

Tutto scomparve coll' invasione dei barbari; dimodochè sino a questi ultimi tempi non si avevano spanditoj e meno ancora le latrine pubbliche. Sono pochi anni dacchè tali servizii furono attivati nelle città ed altresì in alcune grosse borgate.

In Milano vi sono diverse latrine pubbliche, le quali però sono semplici ricettacoli, indecenti e che fanno altamente disonore alla gentilezza dei costumi degli abitanti ed al vivere civile.

Havvi una sola latrina o gabinetto di decenza, che può ritenersi ben fatta, la quale è situata nel fabbricato della Galleria V. E. ma che fu costrutta e che viene esercitata per conto privato.

Il locale occupato da questa latrina ha la lunghezza di circa m. 7, 50 e la larghezza di m. 4, 50; vi sono in esso sei camerini delle dimensioni di m. 1, 45 in quadro, separati da tramezze alte m. 2, 70. Il pavimento è di lastre di marmo a lucido a due colori a scacco, e del pari di marmo a lucido bianco le tre pareti dei camerini ciascuna delle quali è in un sol pezzo alto m. 2, 50.

Il sedile è costituito da lastre di marmo bianco, il quale comprende il vaso di porcellana smaltato al cui fondo vi è una valvola automatica conforme a quelle adottate nei *Water closets*. Al di sotto del vaso vi è il tubo di scarico in ghisa che giunge fino alla fogna.

Inferiormente al locale trovasi il pozzo nero che occupa tutta la grandezza dello stesso locale. Le materie che vi si scaricano vengono estratte col mezzo delle botti pneumatiche.

Nella parte superiore del locale vi è una cassa di metallo che contiene l'acqua necessaria per lavare i vasi di latrina e per diluire le dejezioni; al qual effetto diramano dei tubi di piombo che vanno a finire negli stessi vasi.

Ciascun gabinetto è chiuso da un imposta, la maggior parte della quale è occupata da una lastra di vetro smerigliato dipinto a fiori. Movendo questa imposta si apre un robinetto e si dà esito al zampillo d'acqua che va a risciacquare il vaso con un moto vorticoso e trasporta in seguito le dejezioni nel canale di scarico. Per la qual cosa, sia nell'entrare nel gabinetto, sia nell'uscire ha luogo un getto d'acqua e la lavatura.

Superiormente al sedile vi è un telaio o cavalletto di legname a lucido e movibile sul quale si adagiano le persone che usano della latrina. Questo telajo si pulisce dall' inserviente ogni volta che si usa.

Il locale è fornito di tutti i comodi necessari per lavarsi e pulirsi; è ornato da specchi e lodevolmente illuminato. Esso presenta la massima proprietà ed il buon gusto. Non vi è che un solo diffetto dipendente dall' esistenza del pozzo

(1) I Foricari erano gli appaltatori delle chiaviche e degli smaltitoi.

nero e dalla valvola automatica, la quale nell'aprirsi lascia luogo all'emanazione dei gas mefitici che si svolgono nello stesso pozzo nero.

Come del pari vi manca la ventilazione per cui non è raro il caso che l'admosfera dell'ambiente non si trovi in condizioni igieniche e priva di odori.

A Parigi in seguito al voto espresso della Commissione tecnica, nominata dal Prefetto della Senna per proporre tutti quei provvedimenti che fossero atti a risanare quella città, vennero stabilite dal Durand-Claye le seguenti massime sulla costruzione delle latrine e degli spanditoj. Esse consistono:

1.° Nel riunire in uno stesso canale tutte le materie liquide e solide che costituiscono i rifiuti delle abitazioni e convogliarvi egualmente in esso le acque pluviali.

2.° Evitare in tutti i punti ed in modo assoluto il ristagno delle materie.

3.° Impiegare l'acqua come veicolo sotto la forma di caduta onde pulire i condotti.

4.° Infine lasciar entrare largamente l'aria nei condotti per togliere i cattivi odori.

Queste massime furono applicate nel palazzo Municipale, nella Caserma Schomberg per la guardia Repubblicana (Baluardo Morland), nei fabbricati delle scuole situate nelle Vie Cajar e Victor Cousin, nel Teatro Italiano, nella piazza del Chatelet ecc. ed in diverse case private.

Il sistema è eguale dovunque.

L'acqua distribuita per ciascun sedile di latrina è in ragione di litri 10 al minimo per ogni persona; i condotti di scarico sono prolungati sino al disopra dei tetti della casa; al disotto di ciascun sedile di latrina vi è un sifone idraulico. Col mezzo di un serbatojo automatico, sistema Rogers Field, si ha la risciacquatura dei condotti di scarico. Inferiormente a ciascuna pietra dello spanditojo ed alla base di ogni tubo di scarico delle acque di cucina, vi sono dei sifoni colla ventilazione dalla parte superiore di questi tubi; e lungo di essi vi sono delle bocche per le acque pluviali; alle intersezioni dei tubi di scarico vi sono dei pozzetti di visita o caditoje convenientemente ventilati: vi è un solo emissario praticato nelle spalle del condotto situato alquanto al disopra della platea; la diramazione particolare, isolata dalla fognatura, mediante un pilastro costrutto verticalmente alla spalla del condotto ed aperto alla casa; infine un sifone idraulico da cui dirama un tubo a monte interposto sul condotto di scarico che ha lo sbocco nella fogna.

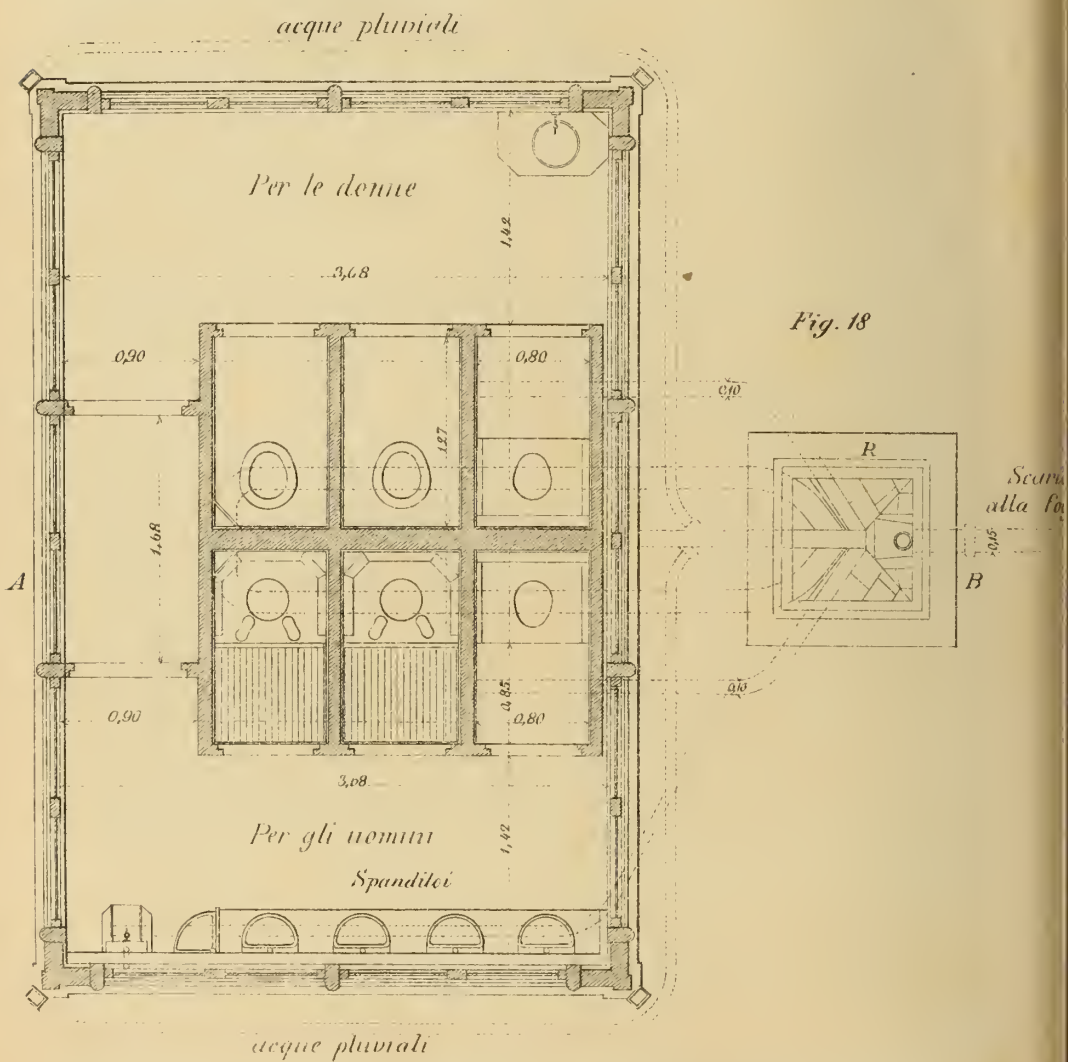
Un determinato numero di progetti di risanamento collo stesso sistema furono presentati all'Amministrazione per 26 scuole, scelte fra le più malsane nei diversi quartieri di Parigi, pel Ginnasio Voltaire e per la Caserma dei Pompieri ecc. ecc.

D'accordo cogli architetti dell'Amministrazione Centrale della Prefettura della Senna ed in conformità all'avviso Prefettizio 27 febbraio 1884 col quale furono stabiliti i lavori di decorazione della Repubblica, si sono erette delle latrine pubbliche e private collo stesso sistema di quello seguito nelle latrine in angolo del Baluardo Magenta. Si deve osservare che gli spanditoj sono di porcellana

smaltata e non già di ardesia; essi vengono puliti col mezzo di cacciate d'acqua intermittenti e non già con un velo d'acqua continuo.

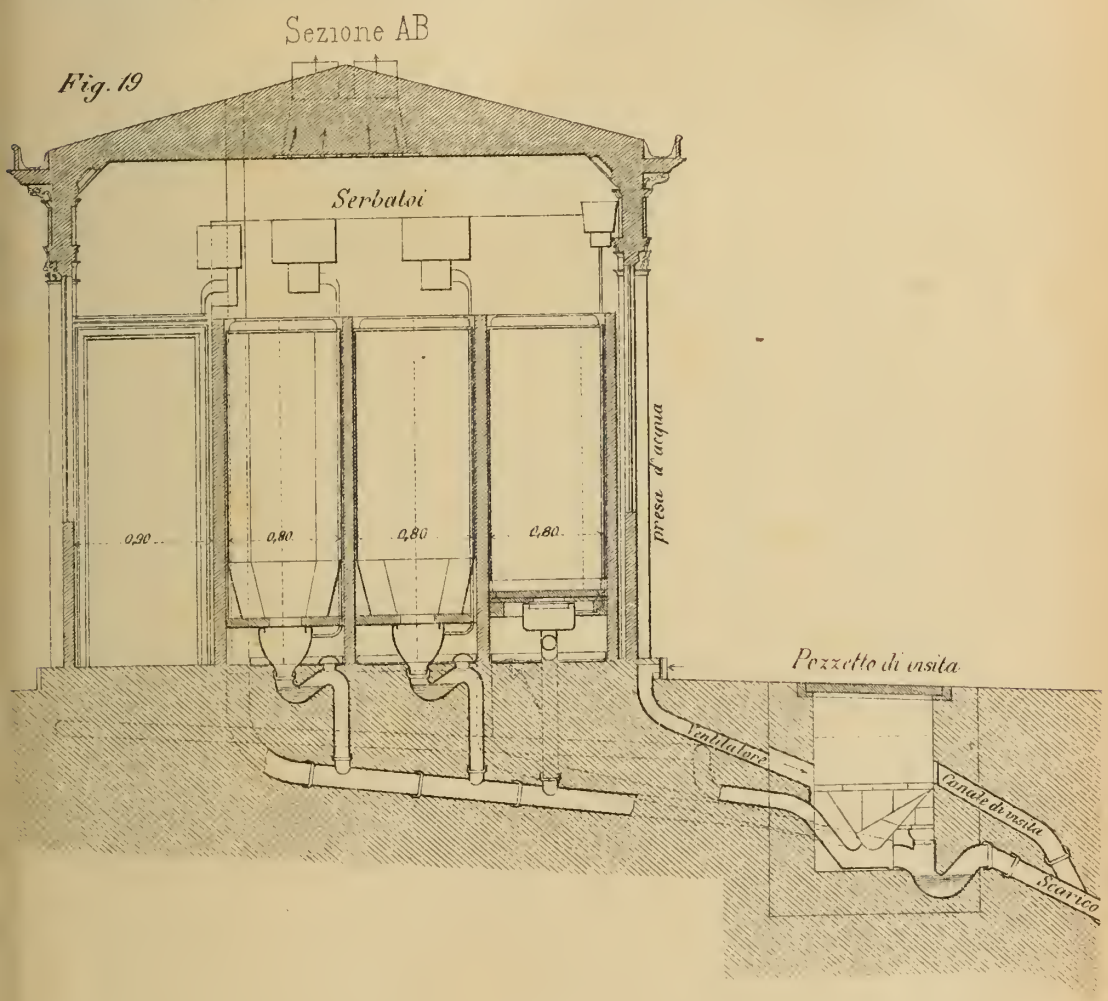
Il chiosco situato sulla piazza della Repubblica comprende dei gabinetti pubblici, due dei quali per gli uomini e due per le donne e quattro orinatoj.

Esso ha la lunghezza di m. 6 e la larghezza di m. 4 ed è separato in due parti eguali mediante una tramezza di mattoni. La parte sinistra è destinata ai gabinetti delle donne e la parte destra a quella degli uomini nella quale sono compresi anche gli orinatoj. Nella fig. 18 viene delineata la pianta del chiosco e nella fig. 19 la sezione trasversale.



Nei gabinetti degli uomini i sedili sono in marmo e trovasi sollevato il posto dove si devono collocare i piedi (veggasi la fig. 20). Il vaso, ed il corrispondente sifone, trovansi delineati nella fig. 19. La fronte del sedile è amovibile onde visitare il sifone collocato in una incassatura. Superiormente al vaso si trova una cassa di piombo col tubo d'efflusso sifonato che serve per raccogliere

i liquidi provenienti dalle dispersioni dei giunti del tubo di scarico col vaso. Anteriormente al sedile di ciascun gabinetto trovasi una vaschetta rettangolare poco profonda coperta da una griglia di ferro galvanizzato le cui barre sono disposte normalmente al sedile. Questa vaschetta è destinata a raccogliere le orine e con-



tiene dell'acqua nell'altezza da 4 a 5 centimetri che si rinnova con un serbatojo di cacciata la quale defluisce nella canalizzazione discendente.

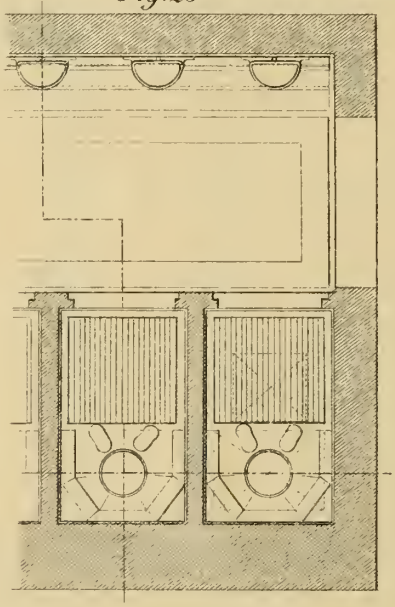
La risciacquatura del vaso nel sedile si effettua col mezzo di un serbatojo di cacciata automatica (sistema Fyeld) della capacità di 15 litri situato nella parte superiore. Nella fig. 19 si indica la località ove sono collocati questi serbatoi e nella fig. 24 trovasi delineato il dettaglio di siffatta costruzione.

Una presa d'aria, che perviene dalla copertura, serve a ventilare il condotto. Infine le pareti di questo gabinetto sono rivestite da piastrelle bianche di majolica smaltata. Nella stessa fig. 19 vedesi delineato questo condotto ventilatore dalla sommità del tetto al pozzetto.

Gli orinatoj sono formati da vasi di porcellana smaltata. Essi hanno la forma risultante dalla fig. 25 in profilo e nella fig. 26 nella fronte. Il loro collocamento è assai accurato. Gli effetti dell'acqua si ottengono mediante un serbatojo automatico, sistema Fyeld a due rami. Le cacciate dell' acqua si eseguiscono ogni mezz'ora circa. Le pareti che costituiscono il fondo ed i lati sono di lava smaltata. Al piede degli orinatoj esiste un piccolo canale longitudinale sca-

Pianta delle latrine per gli uomini

Fig. 20



vato nel terreno ed alimentato da un filetto d'acqua corrente. Tutti i condotti, in conformità di quelli dei gabinetti sono sifonati.

I gabinetti delle donne sono forniti di vasi simili a quelli degli uomini ad eccezione che in essi si contiene un cilindro di legno cerchiato di ferro di m, 0,25 × m. 0,28. Il sedile è costituito da una corona in mogano e le sue piccole dimensioni obbligano le donne a sedersi. Le corone in legno si cambiano molte volte al giorno per la necessaria pulitezza. La lavatura dei gabinetti si eseguisce come precedentemente per cacciate d'acqua automatiche le quali funzionano ogni mezz'ora. Il rivestimento delle pareti verticali è di majolica bianca smaltata e di pianelle di ceramica il pavimento. La fig. 21 rappresenta la pianta di due di siffatti gabinetti e la fig. 22 l'elevazione in sezione.

In quanto ai gabinetti privati la loro disposizione è la medesima nell' uno o nell'altro lato. Il sedile è di rovere ed amovibile; la fronte ed il disopra sono ferrate sopra cerniere , il vaso presenta una bacinella per l'acqua ; il risciacquamento è fornito da un serbatojo (sistema Bean) che funziona colla mano come vedesi nella fig. 23. Sono adornati da uno specchio. Il rivestimento è di piastrelle di majolica decorati, ed il pavimento di pianelle coramiche.

Infine vi è una bocca d'acqua con una catinella per il servizio, situata l'una

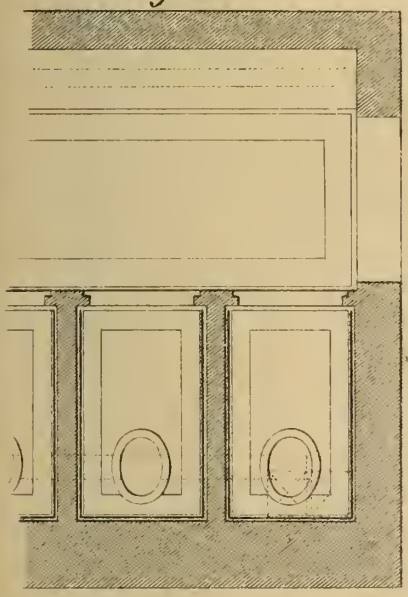
dal lato degli uomini, l'altra da quello delle donne ; queste catinelle di tavoletta sono ad altalena ed il tubo di scarico sifonato.

Canalizzazione. — Tutti i condotti di scarico si riuniscono in uno stesso punto verso il quale vanno altresì a finire i tubi di discesa delle acque pluviali

Sez.ne longitudinale delle latrine per le donne

Pianta delle latrine per le donne

Fig. 21



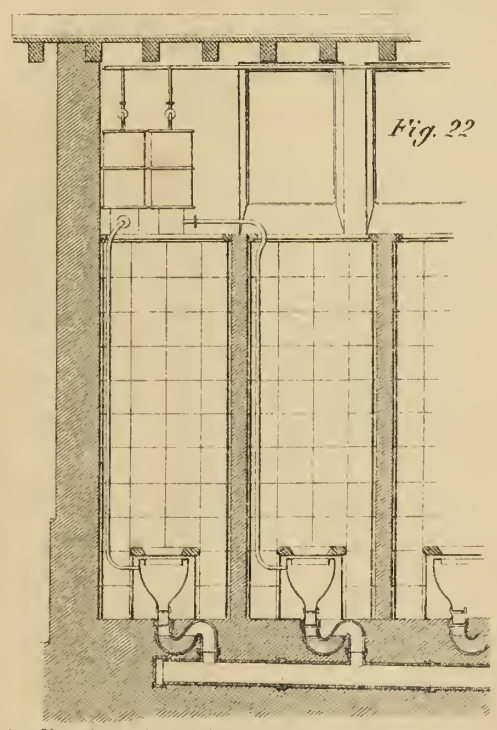


Fig. 22

e delle tavolette. Da questo punto parte l'emissario unico che va a sboccare direttamente nella fognatura o collettore. Siffatta canalizzazione è stabilita con

Fig. 23

Serbatoio a mano

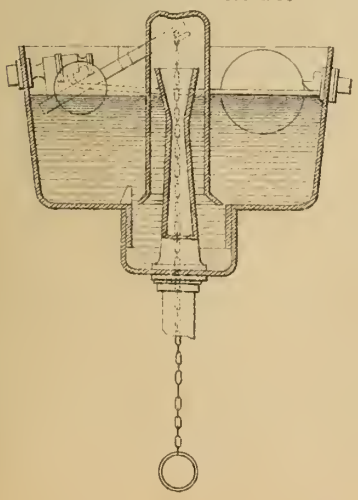
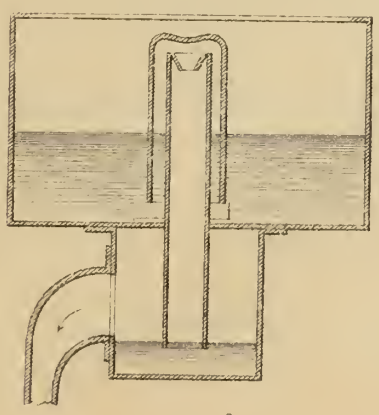


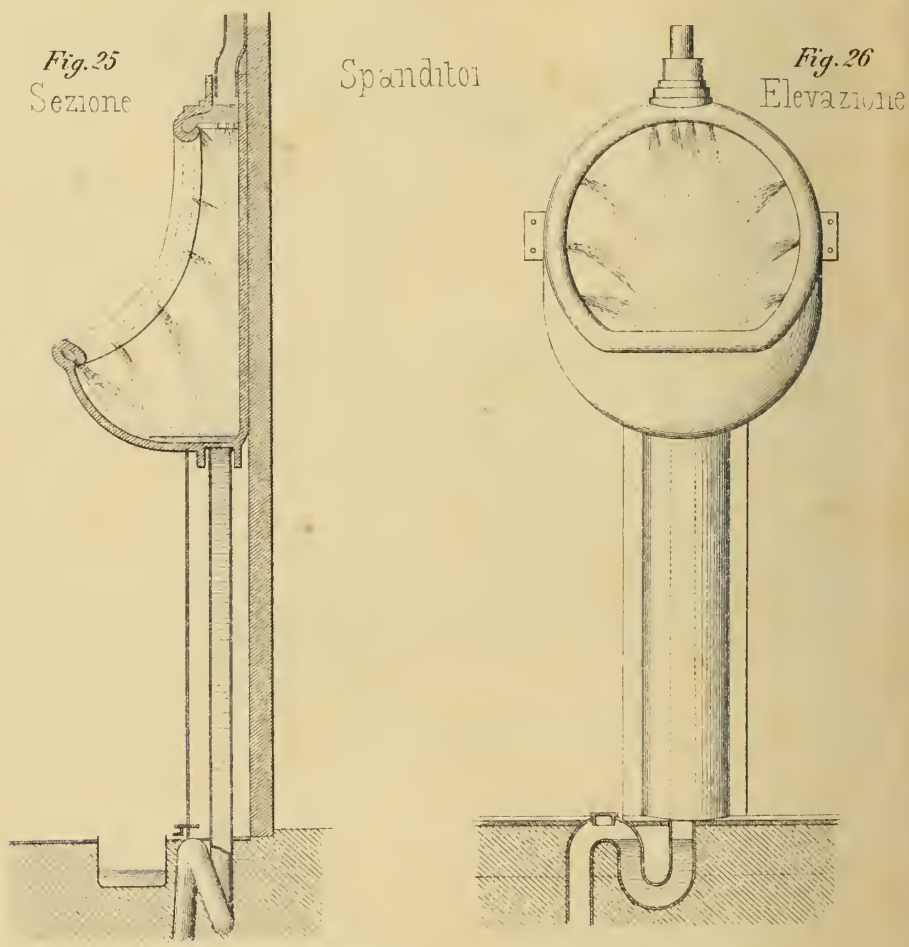
Fig. 24

Serbatoio automatico



una pendenza più che sufficiente per asssicurare lo scarico nella fogna di tutte le materie solide e liquide.

Al punto di riunione dei condotti è stabilito un pozzetto di visita. Questo pozzetto, delineato in sezione nella fig. 19, è in muratura ed ha la sezione quadrata di metri 0, 80 di lato. È munito, nella parte superiore a livello del pavimento, da un coperchio speciale in ghisa che lo chiude ermeticamente. In esso si tro-



vano i due condotti di scarico dei gabinetti, il condotto dei vasi situato davanti ai sedili dei gabinetti per gli uomini, quegli degli orinatoj, delle acque di tavoletta e dei condotti delle pluviali. Queste ultime discendono dal tetto col mezzo delle colonne cave, situate agli angoli del chiosco.

Tutti questi condotti sboccano in un canale scoperto situato al fondo del pozzetto, e vanno a terminare al condotto unico che si congiunge colla fognatura. Un sifone impedisce ai gas mefitici della fognatura che si espandino nei gabinetti; Un pozzetto d'ispezione serve a riconoscere il lodevole funzionamento del sifone, ed un tubo, chiuso ordinariamente, permette di poter pulire il condotto principale.

Nel citato pozzetto sbocca egualmente un tubo ventilatore che ha la origine

nello zoccolo e che serve a sopprimere i cattivi odori. Infatti si comprende che lo stesso movimento dell'acqua e delle materie nei condotti provoca l'aspirazione dell'aria e la ventilazione costante in questi condotti ed impedisce che si accumulino e che ritornano i gas mefitici.

Una tale canalizzazione e di terra cotta di Doulton, avendo i condotti principali il diametro di m. 0, 15 e quelli secondarj da m. 0, 10 a m. 0, 05.

La costruzione di questo chiosco venne fatta con una cura speciale. Vi è un piccolo colorifero a gas che serve a riscaldare il locale durante l'inverno. Esso è illuminato da becchi eleganti a gas situati sopra mensole, ovvero sui tavolati di separazione nei gabinetti. Le impugnature delle porte, come pure le parti esposte alla vista dei tubi di alimentazione dell'acqua, sono nichelizzati.

L'aspetto esterno del chiosco, posto sulla Piazza della Repubblica, serve in parte alla decorazione della stessa piazza. Il lusso in esso spiegato è diretto a promuovere la pulitezza ed aumentare la frequenza, come lo ha dimostrato l'esperienza. Ecco a tale riguardo alcuni dati statistici.

I gabinetti sono aperti alle ore 7, 30 del mattino e si chiudono a 10 ore di sera.

La frequenza ordinaria giornaliera è la seguente:

	Uomini	Donne
Gabinetti pubblici	370	220
Privati	32	48
Orinatoj	90	—

Quantità d'acqua pei

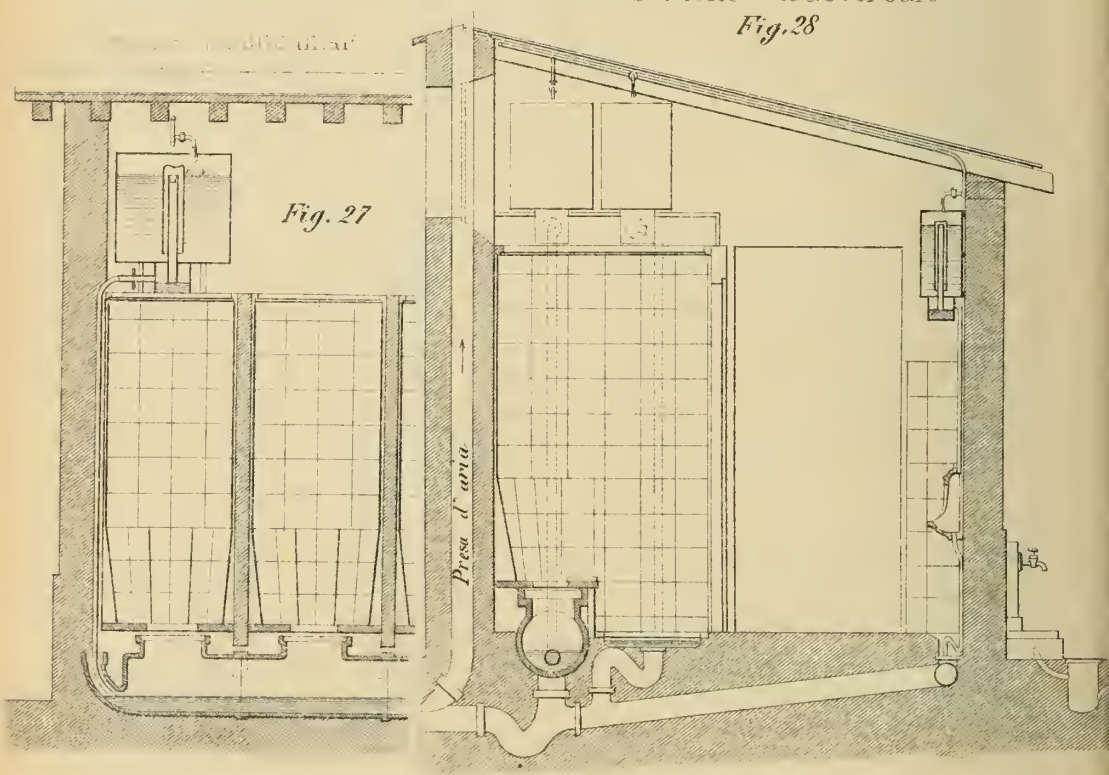
Gabinetti	Litri	7000
Per gli orinatoj	»	290

Ripetiamo queste cifre sono pei giorni ordinarj. Nei giorni di mercato si aumentano, come pure si accrescono in alcune giornate festive.

Alle Caserme della città e di Schomberg, non che alle scuole situate nelle vie Cujas e Victor Causin il sistema di latrine è conforme a quelle applicate a Londra negli stabilimenti simili. Esso si compone di un canaletto orizzontale del diametro di m. 0, 30, nel quale trovasi l'acqua in altezza di m. 0, 10 quando trovasi in servizio. Questo canaletto si prolunga al disotto dei sedili delle latrine. Esso è formato da pezzi di tubo in gres verniciato, sul quale si eleva verticalmente in corrispondenza di ciascun foro del sedile un tubo del diametro di m. 0, 28. Il canaletto in tal guisa disposto va a terminare da una parte in discesa nel condotto, il quale immette nel canale di scarico mediante un sifone idraulico; e dall'altra parte è disposto per ricevere le cacciate d'acqua di un serbatojo automatico situato al disopra delle latrine.

I sedili sono disposti convenientemente in ciascuna cameretta sopra il canaletto; il rivestimento è di majolica smaltata che copre le pareti e le tramezze.

Le orine, anteriormente ai sedili, sono raccolte in un pozzetto o vaschetta di sezione rettangolare che abbraccia tutta la superficie del suolo del gabinetto e si estende senza interruzione in tutta la larghezza delle latrine. Questa vaschetta funziona nello stesso modo del canaletto posto sotto i sedili, in essa trovasi dell'acqua in altezza di m. 0, 03 ; le sue estremità sono disposte l'una verso lo scaricatore, l'altra per ricevere le cacciate da un serbatojo automatico egualmente situato in alto. Delle griglie in ferro con barre piatte, sono disposte normalmente alle fronti dei sedili al livello del suolo di ciascun gabinetto e superiormente alla vaschetta delle orine; queste griglie, per facilitare il pulimento, si possono togliere a mano. La fig. 27 dinota la sezione longitudinale di queste latrine col relativo serbatoio automatico ; e la fig. 28 la sezione trasversale dalla quale emergono tutti gli accessori inerenti alle latrine che abbiamo più sopra descritte.

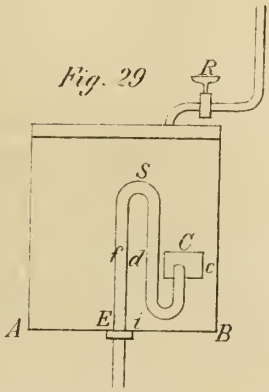


Serbatoi automatici. — Questi serbatoj sono costrutti con diversi sistemi più o meno complicati, ma in generale corrispondono, a quelli delineati nelle fig. 23 e 24 il primo dei quali lo scarico delle acque si effettua colla mano, mentre il secondo è automatico. All'Esposizione d'igiene di Parigi del 1886 si vedevano diversi modelli esposti da macchinisti idraulici conosciuti, tra i quali quelli di Doulton, Geneste, Gerscher, Rogier-Mothes, Fliconteux, ecc. ecc.

Prendiamo in esame quello presentato da quest'ultimo che serve per le cacciate automatiche ed intermittenti.

Ecco in che consiste il funzionamento di un tal apparato.

Sull'orificio di scarico E (fig 29) e di una cassa serbatojo A B è fissato un sifone S il cui ramo ricurvo si eleva e penetra sotto una campana fissa C. In *i* nella parte bassa del ramo del sifone, vi è praticata una piccola apertura che lascia luogo ad introdurvi l'acqua che sale nel serbatojo.



Il sifone riempiendosi nello stesso tempo che la cassa, ed il livello dell'acqua giungendo presso a poco in *d c* l'aria contenuta sotto la campana C si trova inallora compressa fra l'acqua contenuta nella cassa il cui livello si eleva progressivamente e l'acqua compressa nel sifone. Questa giungendo allo scarico, che si presenta in S nella corona del sifone, non oppone alla reazione dell'aria compressa sotto la campana che una resistenza fissa, mentre che la massa d'acqua contenuta nella cassa continua ad esercitare sull'aria della campana una pressione di più in più forte, fino a che l'equilibrio essendo rotto fra queste due pressioni l'acqua del sifone defluisce bruscamente allo scarico in *f*; l'aria contenuta in C sotto la campana trova allora una fuga dallo stesso sifone, la campana viene invasa dal medesimo colpo dall'acqua della cassa che precipitandosi da essa in tal modo nel sifone determina la cacciata.

L'apertura del robinetto d'alimentazione R regola l'intervallo fra le cacciate.

A Londra le latrine pubbliche e gratuite sono assai rade, ma abbastanza numerose quelle a pagamento colla sola spesa di un penny (10 cent.) comprese le latrine delle stazioni le quali si trovano ad ogni tratto. Le latrine a pagamento sono molto pulite e non emanano alcun odore; esse sono sorvegliate e curate da un personale apposito. Nella *Public House* però si trovano frequentemente delle latrine e degli spanditoj i quali si possono usare anche gratuitamente.

L'Ingegnere inglese Giorgio Jennings ha ideato un nuovo sistema di spanditoj con forme diverse i quali sono molto apprezzati a Londra e per conseguenza si applicano di frequente.

CONCLUSIONE.

Il problema di una fognatura completa e metodica per tradurre all'esterno le dejezioni e le acque lorde di una intera città venne risolto con processi alquanto diversi fra loro, come abbiamo veduto, e con risultati più o meno soddisfacenti. La fognatura di Parigi può essere ammirata per la sua grandiosità, ma non sarà giammai imitata da alcuna Amministrazione pei gravi diffetti che presenta.

A Bruxelles, quantunque siasi seguito in parte il sistema adottato a Parigi, nullameno molti diffetti si sono colà eliminati.

L'esperienza inglese in tale materia, quantunque recente, è di già considerevole per essere attentamente studiata ed imitata, cosicchè i metodi inglesi vennero applicati in Germania nella massima parte delle loro fognature.

Se non che la soluzione di un tale problema non può essere eguale dovunque, ma deve necessariamente variare a norma delle circostanze locali, specialmente per ciò che riguarda lo smaltimento all'esterno delle acque.

Laonde dopo di avere indicati sommariamente i diversi argomenti e le questioni che si presentano da risolvere nella costruzione di una fognatura, reputiamo essere molto vantaggioso per l'ingegnere che deve progettare simili lavori, e pel costruttore che deve eseguirli di far conoscere i particolari di talune delle principali fognature finora costrutte, dall' esame delle quali si potrà meglio ricavare il modo col quale si sono vinte le difficoltà incontrate nelle differenti circostanze ed i sistemi di costruzione seguiti, sia che i canali comprendano altri usi, oltre lo scarico delle materie e delle acque lorde, sia che la loro destinazione sia limitata a queste ultime materie. Torna poi altrettanto utile lo studio di tali fognature nei loro particolari, inquantoche si comprendono altresì i diversi criterj sui quali furono basate le risoluzioni prese, sia coll'ammettere che coll'escludere i differenti servizi.

FOGNATURA DI LONDRA.

Dopo la dominazione dei Romani, ed i tentativi di Azzone Visconti, non ci consta che i popoli moderni per molti secoli abbiano giammai pensato a provvedere in qualche modo allo smaltimento delle materie fecali o delle acque lorde dall'interno delle città, per cui si lasciavano disperdere per le strade e per le case a grave danno della salute pubblica.

Non furono che gli inglesi i quali iniziarono siffatti lavori a Londra al principio del corrente secolo. Se non che le prime opere di questo genere vennero intraprese senza avere stabilito un piano di operazione. Si approfittò dei corsi d'acqua che attraversavano la città per gettarvi le acque lorde e le spazzature delle strade. Più tardi si coprirono con vôlte o con lastroni di pietra, quando si ebbe il bisogno di allargare le strade, oppure allorchè le emanazioni infettavano le vicinanze. Le case dei privati per lungo tempo rimasero senza comunicazioni colle fogne. Anzi veniva interdetto sotto pene severe di far defluire le immondezze nei canali pubblici.

Un primo miglioramento fu l'obbligo imposto a ciascun proprietario di aprire delle fosse nell'interno delle case per raccogliere in esse le acque lorde.

Verso il 1820 le società per la conduttura delle acque cominciarono il loro servizio col distribuire le acque prese da un confluente del Tamigi e dallo stesso Tamigi e si progredì in modo tale che nel 1850 si provvidero le case private ed i canali di fognatura di circa M. cub. 200 000 di acqua, dei quali 22 mila m. c. pel servizio pubblico. Dopo di che caddero in disuso le proibizioni emanate di scaricare le acque lorde nelle fogne, in modo tale che le fosse nell'interno delle case non erano più che un eccezione.

Da ciascuna casa diramava un tubo di gres del diametro di m. 0, 30, il quale scaricava le acque delle cucine, delle latrine e del cortile nella fognatura della strada. Essa era costrutta di muratura di mattoni della larghezza da m. 0, 80 a met. 1, 20 e dell'altezza da met. 1, 20 a met. 2, 00, la quale andava ad immettere nel Tamigi. E siccome non era possibile l'efflusso che nella bassa marea così le materie si aumentavano durante l'intervallo della stessa marea, e da questi depositi emanavano delle esalazioni insofribili e pestilenziali che furono la causa delle grandi malattie di cui andò soggetta Londra e le grandi città modellate su di essa. Basterà il dire che in un sol anno di epidemia in Inghilterra perirono più di 70 mila persone (1).

(1) Mille. — *Sul modo di risanamento delle città in Inghilterra.*

Dalle osservazioni fatte nel 1857 dagli ingegneri della metropolitana di Londra risultò che si versavano giornalmente nel Tamigi metri cubici 431 800 di immondezze e che per ottenere un buon sistema di fognatura era necessario di provvedere allo scarico giornaliero di metri cubici 0, 198 per abitante.

Fu in conseguenza di ciò che nel 1858 si trovò la necessità di autorizzare la *Metropolitan Board of works* (consiglio della città pei lavori) a contrattare un prestito di 75 milioni di lire, che poi salì a 105 milioni, per la costruzione di una fognatura generale la quale venne colà chiamata *main drainage*. Essa doveva avere per iscopo di migliorare la qualità delle acque potabili, di asciugare il terreno della città e di purgare l' admosfera.

Le condizioni fondamentali alle quali doveva soddisfare il progetto erano le seguenti :

a) intercettare tutte le acque di scolo e la maggior parte delle acque meteoriche del bacino di Londra.

c) sostituire al moto intermittente dell'acqua nei canali, il moto continuo e togliere per conseguenza la causa per la quale si formavano i depositi nei canali.

d) lo scarico delle acque di scolo nel Tamigi doveva farsi in un punto abbastanza lontano da Londra affinchè le materie abbandonate al fiume non potessero dal riflusso essere ricondotte in città.

e) infine si volevano utilizzare il più possibile le forze naturali in modo da non ricorrere alle macchine a vapore se non nel caso di assoluta necessità.

Preso il Tamigi come asse della città essa si può riguardare come divisa in due parti, l'una delle quali sulla sponda settentrionale, l'altra su quella meridionale del fiume. Il servizio della fognatura in queste due parti venne fatta con una rete di canali del tutto indipendenti. In ciascuna di queste parti vennero costrutte tre linee di grandi collettori cosicchè ognuna di esse si trova divisa in tre zone presso a poco parallele al fiume e che si chiamano rispettivamente *piano basso, piano medio e piano alto*. Le acque di questi tre collettori sono poi riunite in un solo canale di scarico e convogliate in un serbatojo dal quale vengono estratte ed immesse nel fiume.

Questa estrazione si fa due volte al giorno, quando la marea comincia a discendere, e si approfitta così del deflusso per cacciare nel mare le acque impure; si è calcolato che in tal maniera si guadagnavano 19 chilometri, vale a dire che scaricando le acque di scolo a marea alta, si riusciva alle stesse condizioni che succedendo lo scarico a marea bassa e a 19 chilometri più a valle.

Riunite le acque di scolo della regione Nord in un sol canale, al quale scopo fu necessario di innalzare di metri 11, 00 le acque del collettore basso, vengono raccolte di poi in un serbatojo in vicinanza a Bar King Creek situato a 22 chilometri e mezzo a valle di London Bridge.

Nella regione sud i tre collettori si riuniscono a Deptfort Creek e vanno nel serbatojo di Crossness Point che resta più a valle di quello di Bar King Creek. In tal caso le acque del colatore inferiore si sono sollevate di met. 6 con macchine a vapore per riunirle alle acque dei due collettori superiori. Ma il serbatojo sud trovandosi più basso del serbatoio nord fu duopo innalzare le acque col mezzo di macchine a vapore per poterle scaricare durante l'alta marea.

La sezione generalmente adottata nei canali di fognatura è la circolare, come quella che offre la maggior area per una data quantità di materiale, ma esistono altresì dei condotti della forma ovoidale. In quanto alle dimensioni essi risultano necessariamente da due elementi cioè dalla quantità totale delle acque da tradursi e dalla velocità necessaria per impedire che si formino i depositi nei condotti.

Dopo numerose esperienze si è trovato che per raggiungere la massima economia poteva bastare la velocità di $^2/_3$ di metro per minuto secondo.

L'acqua distribuita a Londra proviene sia dal Tamigi sia dalla Lea; essa è soltanto filtrata e non purificata; e quantunque si derivi ad una grande distanza dalla città, nullameno diventerà sempre più difficile di impedire gli inquinamenti da parte degli abitanti che si trovano sulle sponde a monte delle derivazioni. Una tale quantità d'acqua è scarsa ed è quasi tutta venduta ai privati di modo che non rimane che una piccola quantità per gli usi pubblici, per la lavatura dei canali e per l'inaffiamento.

Fognatura al nord della città. — Abbiamo già detto che questa fognatura è costituita da cinque parti distinte, vale a dire dai tre collettori, alto, medio e basso; dall'edificio pel sollevamento delle acque dal collettore basso al collettore alto, finalmente dal serbatoio all'estremità inferiore.

Il collettore alto ha la lunghezza di circa 11 chilometri colla sezione circolare del diametro da m. 1, 20 a m. 3. 40 colle pareti grosse da 20 a 70 centimetri. Esso raccoglie le acque provenienti dalla superficie di Ettari 2600. Questo collettore si congiunge a quello medio col mezzo di un sistema di paratoje di ferro che nel caso di grandi pioggie possono scaricare le acque esuberanti nel Tamigi passando nel Fiume Lea.

Il collettore medio è della lunghezza di circa 15 chilometri e raccoglie le acque di scolo di 4500 ettari di terreno. La sezione trasversale del condotto è presso che conforme a quella del collettore alto.

Il collettore basso è destinato per lo scolo di 2800 ettari di terreno, ma esso serve anche di emissario della divisione suburbana dell'ovest, della superficie di Ettari 3700, le cui acque però devono esser sollevate di met. 5, 40 col mezzo di macchine; comprese le diramazioni esso è della lunghezza di 29 chilometri.

Le acque di questo collettore devono essere sollevate di 11 metri, come già si è detto più sopra, pel quale sollevamento furono collocate 8 macchine a vapore della forza nominale di 1140 cavalli servite da 16 caldaje. Questo edificio venne impiantato ad Abbey Mills ed è diviso in tre piani; l'inferiore è destinato ai pozzi di aspirazione; il piano intermedio contiene il serbatojo per la condensazione delle macchine; ed il piano superiore costituisce il locale dei motori.

Riunite le acque dei tre collettori in un solo emissario vanno a scaricarsi nel serbatojo di Bar King Creek dopo il percorso di chilom. 8, 80. Questo emissario è l'opera più costosa della fognatura avendo impegnato nella spesa più di 16 milioni.

Il serbatojo di Bar King Creek occupa la superficie di 4 Ettari e trovasi al

di sotto del livello del suolo. È diviso in 4 compartimenti ed è coperto da arcate in muratura; esso può contenere metri 154000 di acqua ossia il deflusso di circa 10 ore continue.

Presentemente per ottenere la maggior salubrità in Londra e de' suoi contorni sono in corso di esecuzione altre opere sommamente grandiose delle quali daremo qui un breve cenno.

Le acque delle fogne vengono trattenute in questo recipiente per 8 ore per ogni marea e poi scaricate nel fiume quando la corrente verso mare giunge al suo massimo.

I nuovi lavori consistono in vasche coperte adiacenti al lato nord dell'attuale recipiente le quali vasche occupano il terreno fra il canale di scarico e Bar King Creek per un'estensione di circa 4 $^1/_2$ ettari. Vi saranno 13 vasche larghe met. 10 e lunghe in media 300 metri; ciascuna comunicherà col canale di scarico per mezzo di chiuse da aprire e chiudere a volontà. Le acque delle fogne verranno immesse successivamente in ciascuna vasca e vi resteranno sempre per un tempo sufficiente per depositarvi le materie solide in esse sospese, agevolando il deposito coll'aggiunta di 3,7 grani di calce e 1 grano di protofosfato di ferro (gr. 0,24 e 0,065) per ogni litri 4,54 di acqua; lo scarico averrà a stramazzo sopra dieci chiuse per ogni vasca che andranno abbassandasi insieme col calare dell'acqua nella vasca, cosicchè il liquido sarà decantato cioè sarà portato via lo strato superficiale senza disturbare il deposito.

Le acque uscite dalle vasche passeranno in acquedotti coperti situati trasversalmente sotto le vasche, e andranno in parte nei compartimenti dell' attuale recipiente, ed in parte in una camera situata sotto l' attuale canale di scarico, Quando il livello della marea lo permetterà esse andranno al fiume passando per questa camera; ma quando ciò non sarà possibile, a motivo dell'altezza dell'acqua nel fiume, passeranno negli altri scompartimenti del recipiente attuale e vi rimarranno fino a che il livello dell' acqua del fiume permetterà la loro uscita.

Quando uno scompartimento è stato vuotato dal liquido, il deposito semiliquido vien mandato fuori per canali coperti i quali lo portano ad un collettore; da questo per mezzo di tubi esso viene mandato ad un pozzo raccoglitore e finalmente sollevato col mezzo di trombe e scaricato entro una serie di 12 vasche situate fra l'attuale canale di scarico ed il fiume. Queste vasche coperte sono lunghe 42 m. larghe m. 6, quando saranno terminate e copriranno $^2/_3$ di ettaro; il deposito semiliquido in esse contenuto sarà lasciato riposare, perchè in esso avvenga un nuovo deposito, e il liquido che ne uscirà sarà mandato ad un serbatojo inferiore dal quale verrà sollevato e condotto alla *liming station* o edificio di precipitazione colla calce (*lime*); il precipitato verrà mandato in un serbatojo situato sotto le vasche, di poi verrà condotto per tubi ad un ponte d' imbarco per essere versato in bastimenti che lo porteranno in alto mare. Nel caso che il cattivo tempo impedisca la partenza di questi bastimenti, il precipitato sarà immesso in un altro serbatojo per lasciar posto nel primo.

Al nord di queste vasche sarà costrutta la casa delle caldaje e del motore,

ed un officina per i macchinismi destinati a sollevare il deposito nelle vasche della seconda decantazione, ed a mandare il liquido che ne esce all' edificio di precipitazione e il secondo deposito ai bastimenti.

Ritornando al primo stadio della precipitazione per mezzo della calce e del protofosfato di calce si osserva che la calce non è versata nelle vasche, ove sarebbe difficile di distribuirla equabilmente, ma bensì nei canali collettori a circa 600 metri prima del loro sbocco nelle vasche, ed il portofosfato a circa 500 metri. L'edificio per la calce comprenderà un magazzino di calce; aje coperte per ispegnerla, sei vasche per mescolare la calce col liquido proveniente dalla seconda decantazione; un serbatojo superiore per il latte di calce, da trasportarsi con trombe a vapore. Il latte di calce poi sarà mandato nei fognoni.

L'edificio pel ferro comprenderà le tettoje per riparare il protofosfato di ferro con altra per la frantumazione e la miscela coll'acqua; indi verrà scaricata nei fognoni.

La quantità del liquido da trattarsi venne valutata al giorno di m. c. 408 600 e richiederà ogni giorno 23 tonnellate di calce.

Questi lavori furono appaltati per la somma di 10 milioni di lire oltre i motori ed i meccanismi del valore di 1 065 000 (1).

Fognatura a mezzogiorno della città. — I due collettori alto e medio, costrutti nella parte meridionale della città sono destinati allo scolo di una superficie di 5000 ettari di terreno. La sezione dei condotti all' origine ha la larghezza di met. 0, 90 e l' altezza di met. 35; si accresce nella parte inferiore fino ad avere la larghezza e l' altezza di metri 3, 15. Le diramazioni sono circolari del diametro di met. 2, 10. Questi due canali sono sovraposti e riuniti in una medesima costruzione a partire da New Cross Road fino al fiume Dept fort Creek che nei giorni di grandi acquazzoni sussidia l'emissario ad immettere nel Tamigi una parte delle acque. A questo fine i due collettori sono provveduti da paratoje. Di poi le acque entrano in 4 tubi metallici del diametro di met. 1, 50 che le traducono sino all' emissario.

Il colatore basso ha la lunghezza di circa 16 chilometri e serve per lo scolo di 5000 ettari di superficie. All' origine il condotto è circolare del diametro di met. 1, 20 indi si biforca e prende la sezione rettangolare sino a raggiungere l'altezza e la larghezza di met. 4, 50.

I tre collettori si riuniscono a Deptfort e vanno a costituire l'emissario della parte di mezzogiorno della città. Se non che le acque del collettore basso devono essere rialzate di met. 5, 40 per congiungersi a quelle degli altri due collettori. Per ottenere il sollevamento di tali acque vi sono applicate 4 macchine a vapore della forza ciascuna di 125 cavalli, in guisa che operando insieme possono sollevare 5 metri cubici d'acqua al secondo vale a dire 18 000 met. c. d' acqua all' ora.

L'emissario che sussegue ai tre collettori è un' opera molto importante e che costò 8 milioni. Esso è circolare del diametro di met. 3, 50 e della lunghezza

(1) *Giornale dei lavori pubblici.* Ottobre 1887.

di 12 chilometri. Nella costruzione di un tal emissario si sono incontrate non poche difficoltà trovandosi esso in molti punti alla profondità di met. 15, 50 che si spinge fino a 23 metri.

All'estremità dell'emissario trovasi il serbatojo Crossness il quale occupa la superficie di Ettari 2, 60 e che può contenere 114 000 metri cubici di acqua. Allorlorchè giunge l'alta marea queste acque vengono sollevate all'altezza da met. 3 a 9 metri, secondo lo stato delle stesse acque, impiegandosi in ciò 4 macchine a vapore della forza ciascuna di 125 cavalli.

Riassumendo si ha che la fognatura di Londra stata costrutta dal 1859 al 1869 ha la lunghezza di 132 chilometri di canali coperti, e comprende due immensi serbatoi e quattro edifici di pompe a vapore della forza di 2380 cavalli. Essa costò, come già si disse, la somma di 105 milioni di lire (1).

Relativamente alla sezione trasversale della fognatura di Londra si osserva che i sei collettori principali hanno le dimensioni di altezza e larghezza le quali aumentano da monte a valle. In quanto ai canali secondari si sono usate le sezioni massime di metri 1, 828 per metri 1, 219 di larghezza come vedesi nella fig. 30 sino alle dimensioni minime di metri 0, 914 per metri 0, 609.

Sezione della fognatura di Londra

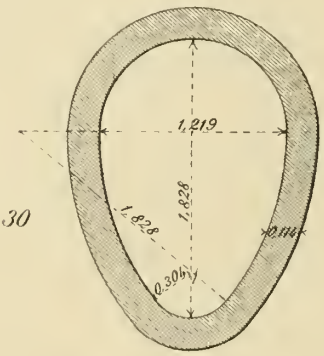


Fig. 30

In quanto all' impiego delle acque provenienti dalla fognatura il Parlamento inglese ha sottoposto allo studio di una Commissione il problema sul modo più acconcio di utilizzare tali acque. La stessa Commissione dopo una serie di esperienze instituite a Rugby, le quali durarono 4 anni (dal 1862 al 1865) addivenne alla seguente conclusione:

« Non vi può essere alcun dubbio, sui danni che risultano dalla pratica generalmente seguita di immettere le acque di scolo, od altri residui, nei fiumi dei quali si serve una popolazione. Questi liquidi sono inoltre causa di morte dei pesci cosicchè diminuiscono i mezzi di sussistenza degli abitanti.

« Non si è ancora trovato alcun mezzo artificiale efficace a rendere potabile, o almeno buona per gli usi di cucina, l'acqua che fu inquinata con tali sostanze,

(1) Le notizie che vengono qui date intorno alla fognatura di Londra furono ricavate dalla memoria dell' ingegnere De Freycinet sull' uso delle acque di scolo della città di Londra.

I processi conosciuti, tanto meccanici quanto chimici, non possono produrre che una parziale disinfezione, per cui l'acqua di scolo così purificata è sempre suscettibile di entrare in putrefazione. L' acqua che all' apparenza sembra la meglio purificata può in certe condizioni generare gravi epidemie nel seno delle popolazioni che ne fanno uso. Invece il suolo e le radici delle piante a vegetazione attiva possiedono in sommo grado la facoltà di distruggere rapidamente le impurità che trovansi nelle acque di scolo e di renderle per conseguenza affatto inoffensive. L'unico mezzo per disinfettare le acque di scolo di una città è adunque quello di lasciarle espandere sulle terre.

« E non solamente è possibile di utilizzare quest'acqua col condurla sopra terreni coltivati mediante opportuni canali, ma questo mezzo di liberarsi da un male può divenire una fonte di ricchezza per le città che così dispongono dei loro residui, tanto più perchè gli ingrassi artificiali, già scarsi al giorno d'oggi, diverranno sempre più scarsi.

« La fognatura di una città richiede come complemento la pronta adozione di un sistema che possa convertire un elemento dannoso in una perenne sorgente di fertilità ».

Ora per utilizzare le acque della sponda nord venne adottato il progetto presentato dai signori W. Napier e W. Hope che consiste nell' ottenere degli ingrassi liquidi i quali possono venire spacciati ai coltivatori in tutte le epoche in una qualunque proporzione. È questo lo scopo che hanno i lavori eseguiti lungo la sponda nord di cui abbiamo fatto cenno più sopra.

Le notizie più recenti sulla fognatura di Londra, che qui riassumiamo, vennero fornite dal Colonello W. Haywood (1883) e riportate dal Prof. Pacchiotti nella sua opera sulla fognatura di Torino (1).

1.° La canalizzazione è generale nella City e per tutta la estensione della immensa metropoli. Non esiste in tutta Londra una sola fossa, nè fissa, nè mobile, nè un solo apparecchio divisorio dei solidi dai liquidi.

2.° Entra nei canali pubblici la intera massa dei rifiuti umani, tutte le acque domestiche e le piovane e quelle che servono all' innaffiamento e lavatura del suolo. Tutto passa per le fogne.

3.° Le latrine particolari variano all'infinito, per forma, costruzione, disposizione e congegni. Nelle più moderne si immettono litri 9, 04 di acqua potabile ad ogni volta che si apre la valvola per vuotarle, lavarle e spingere le immondezze alla canna delle latrine, donde vanno alle fogne sotterranee.

4.° La ventilazione dei cessi privati è semplice, poichè questi sono costrutti presso i muri esterni e provveduti di finestre oppure stanno disposti ad una breve distanza dalle case od in un piccolo cortile annesso alla casa.

5.° Però nelle recenti costruzioni di grandi od alte case a 4 o 5 piani, la tromba dei cessi è prolungata fino al dissopra dei tetti per ottenere la ventilazione; dove manca questa disposizione si cerca di introdurla.

(1) *Della fognatura di Torino.* — Ricerche e proposte della Commissione — Relatore G. PACCHIOTTI Torino 1883.

6.° In generale la tromba dei cessi non riceve che i rifiuti umani deposti in quelli; le acque delle cucine dei lavabo, dei bagni, scendono per altri canali speciali che vanno poi a riunirsi alla tromba comune. In generale gli acquai non sono nelle case di Londra collocati vicino ai cessi, come lo sono presso di noi. Però tanto i condotti degli acquai, quanto quelli della latrina, od uniti o separati si terminano direttamente nelle fogne.

7.° Per impedire l'ingresso dei gas dalle fogne entro le abitazioni non mancano mai i sifoni idraulici o valvole ad acqua, di forme diverse alle estremità inferiori del cesso prima che questo comunichi colla canna comune. Sia per questo congegno, sia per l'abbondanza dell'acqua, non si sente mai in qualsiasi cesso il menomo fetore in qualsiasi epoca dell'anno.

8.° I canali secondarj penetrano nei principali per mezzo di una estremità ricurva, oppure per una bocca disposta a modo di campana. Giungono ad un livello differente. Questa differenza dipende dalla profondità media della corrente d'acqua che circola nel canale principale ed anche da altre circostanze che variano all'infinito.

9. — Le fogne di Londra variano in diametro da m. 0, 2286 a m. 3, 660. La pendenza minima data dall'Haywood ai grandi collettori è di m. 0, 00037. Essa varia anche nel loro corso secondo la pendenza del suolo.

10. — Le fogne di un diametro di m. 0, 4583, ed anche meno, sono formate da terra cotta; quando hanno un maggior diametro sono costrutte in mattoni rinzaffati con cemento o con calce idraulica.

11. — Il maggior numero di fogne di piccole dimensioni, cioè da m. 0, 915 a m. 0, 830 di diametro, sono provviste di platee di *grès* verniciato.

12. — I piccoli canali nei quali non possono penetrare gli uomini sono mantenuti liberi per mezzo di cacciate o colonne d'acqua spinte in essi con violenza. I grandi collettori, dove l'uomo entra liberamente, sono nettati quando occorre anche con cacciate; ma di rado ciò è necessario poichè vi ha là dentro un costante lavoro manuale per estrarre le sostanze voluminose ed impedire gli ingorghi.

13. — Tutta l'acqua che cade sulla pubblica via scende nei canali passando per certe bocche munite di graticole poste sulla strada; sotto queste graticole esistono dei recipienti in muratura di grandezza diversa per trattenere i detriti del mac-adam, il fango, la polvere, i corpi voluminosi. Le graticole sono sovente aperte; i recipienti, ripuliti, il fango estratto e deposto in carri e trasportato fuori della città. Ecco come tutti questi depositi non possono essere trascinati nelle fogne dall'acqua piovana o dall'acqua che si usa per lavare le strade. Però convien rammentare che le vie principali di Londra sono ora coperte di dadi in legno per la lunghezza di parecchi chilometri. La pavimentazione in legno prevale.

14. — Non vi sono valvole ne sifoni per intercettare la comunicazione dell'aria esterna colle fogne.

Queste sono ventilate per mezzo di camini direttamente comunicanti con esse: questi si terminano alla superficie delle strade con aperture coperte di graticole

di ferro come si disse testè. Nella City vi sono molti di questi camini che si levano su fino al sommo delle case adjacenti per mezzo di tubi di ferro del diametro di metri 0, 15.

15. — Non si ammettono entro le fogne di Londra, come si usa in quelle di Parigi, ne tubi di acqua potabile ne fili telegrafici o telefonici od altro.

16. — I canali secondarj si raccordano coi principali e coi grandi collettori in varie maniere secondo le circostanze di luogo, di pendenza, di direzione.

17. — Il sistema di lavatura e ripulitura delle fogne è semplicissimo. La corrente stessa dell'acqua basta a mantenerle libere, quando non vi sono in sospensione che materie molli o fibrose. Ma quando vi sono introdotte sostanze inorganiche, pesanti, come talora succede, si procede coll' opera del vuotacessi che le raccoglie, estrae e depone entro carri a ciò destinati.

18. — I grandi collettori terminali in alcuni punti comunicano per mezzo di particolari bocche coll'aria esterna, ma nella massima parte del loro corso non hanno con questa alcuna comunicazione.

19. — La sezione delle fogne è di forma ovoide continua senza angoli ne parti piane pei canali secondarj e per le estremità più alte dei collettori, ed è generalmente di forma circolare per le parti più basse di queste. Secondo l'opinione di Bazalgette si adottò la forma circolare quando era necessario di riunire la massima forza e capacità colla minor quantità di mattoni e la minor spesa.

Riassumendo i dati principali della fognatura di Londra si ha:

Superficie dotata di canali ettari 30432;
Lunghezza dei collettori o fogne principali metri 131963.
Superficie dei serbatoi 6 ettari e 4 are.
Forza totale delle macchine elevatrici 2616 cavalli;
Numero delle macchine 21.
Volume massimo delle immondezze che possono essere elevate dalle pompe in 24 ore metri cubi 2 250 000.

Non è soltanto a Londra che si pensò all' igiene pubblica, ma in tutte le città Inglesi si ebbe di mira di ottenere la necessaria pulitura con una grande quantità d'acqua e collo smaltire le acque lorde. A Glasgow, città di 400 mila abitanti, 30 anni sono si avevano di già in ciascuna casa civile, e quasi in ogni piano dei water-closet, dei bagni caldi e degli apparati per la doccia onde produrre una reazione salutare in causa dell'umidità del clima. Questa città che aveva 150 litri d'acqua al giorno e per persona, reclamava tuttavia una nuova quantità d'acqua per sopperire ai propri bisogni. Rugby, cittadella di secondaria importanza con 8 mila abitanti e 110 case, aveva una fognatura stradale con tubi di grès smaltato del diametro da m. 0, 30 a m. 0, 50 che accoglievano le acque lorde delle abitazioni anch' esse convogliate in tubi di grès smaltato del diametro da m. 0, 20 a m. 0, 25, per essere tradotte all'esterno. Nel continente Europeo si pensò ben poco finora alla salute pubblica e soltanto si ebbe un risveglio in questi ultimi anni.

Malgrado tutti i provvedimenti presi in Inghilterra nelle opere di fognatura a tutela della salute pubblica emerse tuttavia che un gran numero di malattie

colà dominanti dipendeva dalla cattiva costruzione delle fognature interne, dalla mancanza di ventilazione e dalle acque inquinate. Gli è perciò che nel 1884 si doveva presentare un Bill, per la sanzione del Parlamento, all'oggetto di accordare una gran facoltà agli Ispettori sanitari onde far adempire molte prescrizioni a garanzia dell'igiene pubblica col prescrivere fra le altre cose quanto segue:

che i canali di fognatura secondari avessero una sezione regolare collocati con una conveniente pendenza e separati dalla fognatura principale mediante un tubo di ventilazione ed un sifone,

che i giunti fossero resi stagnati e non vi esistesse alcuna comunicazione diretta fra la fognatura e l'interno delle abitazioni,

che i condotti del sottosuolo si trovassero interamente ventilati e tradotti al difuori dei fabbricati senza alcun orificio, sia in prossimità di una finestra o di una apertura qualunque degli stessi fabbricati,

che le latrine e le fosse delle lordure fossero collocate in modo da non recare alcun incomodo, bene ventilate, costrutte con buoni materiali ed in conformità a tutte le ordinanze d'igiene che potessero esistere nei distretti.

che tutti i tubi di scarico provenienti dai serbatoj, vasche, cisterne bagni, che andavano a finire all'aria libera, avessero delle cadute a sifone e dei canali al difuori delle case,

che tutti i serbatoi per raccogliere le acque potabili fossero costrutti in modo da prevenire qualunque inquinamento delle medesime e si potessero facilmente ispezionare e ripulire,

che esistessero delle aperture di ventilazione sufficienti per la ventilazione dei locali, ecc. ecc. (1).

FOGNATURA DI PARIGI.

Le fogne di Parigi sono quasi tutte recenti, se si eccettua l'acquedotto di cintura che si era costrutto verso il 1750 nel letto dell'antico piccolo canale di Menilmontant, il quale trovavasi al nord dei *baulevards* e seguiva una depressione, ancora quest'oggi distinta, scaricando nella Senna a Chaillot. Un tale acquedotto, che aveva la larghezza di 2 metri, era considerato siccome un vasto collettore e nel quale si dirigevano successivamente alcune fogne costrutte nei popolosi quartieri della sponda destra, fino a quando la sezione di esso si riconobbe insufficiente. I condotti sotterranei successivamente eseguiti non avevano altro scopo se non quello di scaricare le acque pluviali in guisa che nel 1830 non si avevano in Parigi che circa Chilom. 40 di condotti sotterranei; in conseguenza di che non era da meravigliarsi se le strade di questa grande capitale si trovassero infangate ed insozzate come pantani da rendere penoso e difficile il transitarvi.

(1) La *Semaine des Constructeurs. Nouvelles Annales de la Construction.*

Dopo il 1830 i lavori di fognatura cominciarono a prendere una qualche estensione, ma lo scopo dei nuovi canali era procipuamente quello di dare uno sfogo alle acque pluviali, ma non già di immettervi altre materie od acque lorde, per cui gli stessi canali andavano tutti a scaricare nella Senna nell'interno della Città. Non vi era che la fogna della via Rivoli la quale sbarazzava dalla Senna una parte delle acque lorde, nel solo tratto però fino al ponte della Concordia.

I grandi lavori per la fognatura di Parigi non furono iniziati che verso il 1856 dietro le proposte fatte da Pujet nel 1854 al Consiglio Municipale. Il progetto è dovuto all'ingegnere Haussmann sussidiato degli ingegneri Michal e Belgrand nel quale progetto si trovò di ammettere come principio quello di avere delle fogne collettrici delle forme che si vedono qui in seguito delineate.

La vasta sezione di questi canali si era stabilita nell'ipotesi di farli servire ad altri usi, oltre quello di tradurre le acque di pioggia, per cui la loro costruzione venne fatta in modo di poter essere percorsi in tutta la loro lunghezza, specialmente nei grandi collettori; ma sembra che le diverse tratte di fognatura, costrutte in epoche differenti, non siano state coordinate ad un piano generale ed in base a norme tecniche, poichè in alcuni tratti il profilo altimetrico è orizzontale col fondo piano, in altre si hanno dei bruschi risvolti e l'incontro dei fognoli ad angolo retto. Tutto ciò produce naturalmente degli ingombri, arrestandosi le materie solide e pesanti, per cui vi stagnano le acque lorde e si ha la fermentazione delle materie le cui esalazioni sono cotanto dannose alla salute pubblica.

La rete di fognatura nel 1878 non era tuttavia compiuta, ma raccoglieva le acque di 6450 ettari sui 7500 (in cifra tonda) che sono ricchiusi nel perimetro di Parigi, fatta sottrazione della superficie della Senna compresa fra il lungo Senna.

Attualmente la città di Parigi è provveduta di canali di fognatura della lunghezza di chilometri 517,86 dei quali per chilometri 73, 76 appartengono alla nuova città.

L'avvenuta immissione delle spazzature delle strade e di una parte delle materie fecali e delle acque lorde, i gravi inconvenienti che sono derivati da queste immitenze, obbligò di occuparsi anche il Ministero di Agricoltura e Commercio il quale nel 1880 instituì una Commissione all'oggetto di studiare i rimedi che fossero necessarj per ovviare ai danni cagionati alla salute da questo stato di cose. Questa Commissione in seguito ad uno studio molto accurato, ha presentate le sue proposte indicando i lavori da eseguirsi per migliorare lo stato igienico della città, di cui ci occuperemo innanzi. Ma finora questi lavori non furono eseguiti.

Ciò premesso verremo ora ad esaminare lo stato attuale della fognatura ed in qual modo essa funziona.

Le gallerie sotterranee di Parigi che esistono attualmente comprendono per ogni strada due condotti per l'acqua, ove i diametri raggiungono sino la misura di m. 1,10. In essi trovansi collocati dei tubi pneumatici, dei fili telefonici, delle funi elettriche. ecc. ciò che rende facili questi collocamenti in qualunque tempo senza manomettere e scavare la strada pubblica. A Parigi, ove le strade sono

relativamete strette e la circolazione enorme, è questo un vantaggio assai prezioso. Siffatta rete sotterranea, stata ideata dall' ingegnere Belgrand e di un utilità incontestabile ed in essa si comprendono in poco spazio le distribuzioni del calore della luce e della forza.

Quantunque in diverse case di Parigi vi siano degli immondezzai nei quali si accumulano i rifiuti solidi provenienti dalle abitazioni ed in seguito trasportati all'esterno in ore determinate, non pertanto vi esistono molte case nelle quali anche le immondezze solide si scaricano nella fognatura, con che si ha un amasso enorme di materie che ritardano l'ordinario deflusso delle acque, di modo che dovrebbero essere vietate simili immitenze.

Ma siffatto concepimento della fognatura costrutta a Parigi non si potrebbe accettare nelle città ordinarie. All'estero, fra le più grandi città dell'Inghilterra e della Germania, che recentemente furono provvedute di una rete di canali per la fognatura, nemmeno una accettò l'idea di seguire l'esempio grandioso di quello di Parigi. Ed un tale esempio sarebbe funesto a molte città se si volesse immitarlo.

A Londra in alcuni quartieri (*Holborn-via duct: quai de Londres*) al disopra del canale di fognatura vi è un'altra Galleria sotterranea (*Subway*) destinata specialmente pei condotti dell'acqua e del gas.

La fognatura col sistema di Parigi impegna altresì nella costruzione di una piccola strada pel passaggio degli operaj cosicchè conduce a dei risultati troppo costosi per essere applicata da qualunque altra città (1).

La rete di fognatura di Parigi attualmente si compone di tre collettori principali vale a dire:

1.° *Del collettore della sponda destra* che conduce ad Asnieres le acque di un bacino di 2550 ettari;

2.° *Quello della sponda sinistra* o della Bievre, che si getta nel precedente a Clichy dopo di avere sottopassata la Senna al ponte dell'Alma mediante un sifone, ed il cui bacino ha l'estensione di 2700 ettari.

2.° *Infine il collettore del Nord* che raccoglie le acque degli altipiani per una superficie di 1200 ettari. Questo sbocca presso S. Denis ma le sue acque vengono prese quasi alla sua uscita di Parigi da una derivazione che conduce a Gennevilliers.

Il collettore generale della sponda destra nel 1878 era tuttavia incompleto. Esso non comincia che al bacino dell' arsenale, segue la Calata (*quai*) fino al ponte della Concordia e di là si dirige quasi in linea retta ad Asnieres. In tal maniera guadagna tutta la pendenza che presenta la Senna nel suo lungo tragitto per sorpassare la punta del bosco di Boulogne.

Le acque del versante ripido, che si eleva presso S. Angustin, sono tradotte col mezzo di una fognatura lunga più di 10 chilometri.

Relativamente alle acque delle parti piane della città esse vi giungono col

(1) Il Comune di Parigi può disporre di quasi 100 lire per ciascun abitante vale a dire quasi 3 volte maggiore della massima parte della città della Francia.

collettore secondario della via Neuve-des-Pelits-Champs e parte di quella della via di Rivoli.

Il collettore della sponda sinistra ha la sua origine nel punto in cui la Bievre sorpassa le fortificazioni. Esso taglia con gallerie le scarpe di un tal fiume si avvicina obliquamente alle calate per la strada Geoffroy Saint-Hilaire, le segue dalla piazza S. Michele fino al ponte dell'Alma; attraversa con sifone la Senna e rientra in Galleria sotto la sponda destra per raggiungere fuori di Parigi il collettore di Asnieres.

All'Esposizione universale di Parigi del 1878 si vedeva un piano delle fogne in allora esistente e di quelle da costruirsi.

Da un tal piano si rilevava che ciascuna strada doveva essere provveduta di una fogna, se aveva la larghezza minore di m. 20, e di due fogne se superava questa misura. Parigi in cifra tonda aveva chilom. 870, di vie la cui canalizzazione completa obbligherebbe a costruire chilom. 1040 di fogne. Per questo totale si erano di già costrutti chilometri 610; non mancavano quindi che chilometri 430, i quali erano meno importanti.

Da questo rapido sguardo della fognatura di Parigi si vede che la Senna fino dal 1878 non riceveva quasi più delle acque immonde nel tratto in cui attraversa Parigi, e che inoltre non si era più minacciati in tempo di piena di vedere le acque del fiume rifluire nelle fogne giacchè queste non sono in comunicazione colla Senna che ad Asnieres, ove il livello delle acque di piena è da m. 2 a m. 2,50 più basso che al ponte Reale.

Sezioni trasversali delle fogne. — Dalle grandi fogne sino ai canali delle piccole vie vi sono 14 tipi di condotti. La scelta dell'uno o dell'altro di questi tipi dipende dalla quantità d'acqua che deve ricevere, dalla pendenza che gli si può assegnare ed infine dal diametro dei condotti di acqua potabile che vi si devono collocare. Quest'ultima destinazione ha obbligato talvolta a dare alle fogne delle grandi dimensioni che non sarebbero occorse al solo scopo a cui doveva mirare la fognatura.

Tali fognature si possono distinguere nelle seguenti tre categorie cioè:

1.° *Collettori principali*, nei quali vi è un cunicolo al centro della profondità alcuni di un metro ed ove il pulimento si eseguisce dagli operai mediante

Fig. 31

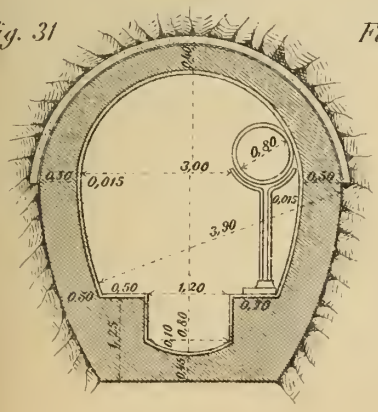


Fig. 32

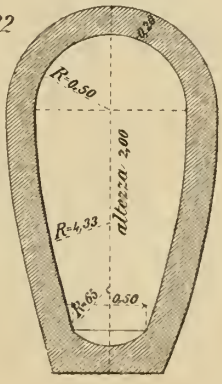
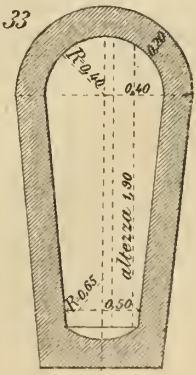


Fig. 33



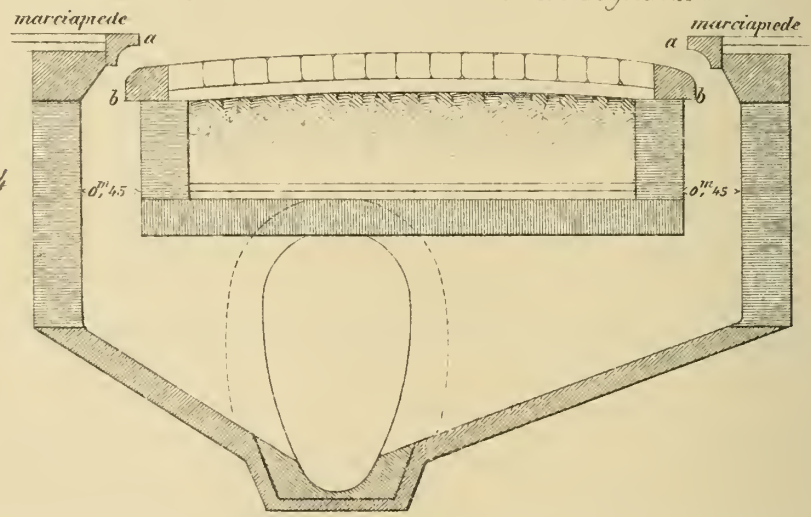
barche con saracinesche, la cui sezione interna varia da metri superf. 11, 40 a 18, 70, ed ove la pendenza del fondo è da m. 0, 30 a m. 0, 50 per chilometro.

2.° *Collettori ordinari*, col cunicolo della profondità di m. 0, 80 almeno la cui pulitura si effettua mediante carri con saracinesca scorrenti sopra rotaje applicate ai margini della cunetta. La sezione interna di questi collettori varia da m. q. 4, 25 a metri q. 11, 40, e la pendenza da metri 0, 50 a m. 5, 00 per chilometro.

3.° *Fogne senza cunicolo* della sezione interna da m. q. 2, 45 a metri quadrati 3, 30 nei quali la pendenza del fondo è almeno di 1, 50 per chilometro,

Sezione dei canali di scarico nelle fognature

Fig. 34



nel caso di canali che ricevono poc' acqua, ma che si può portarla a m. 50 ed anche a m. 80 per chilometro, quando le fogne abbiano poca lunghezza.

Per la facilità del pulimento si mantiene, per quanto è possibile, la pendenza del fondo nei limiti più sopra indicata.

Costruzione delle fogne. — Nella costruzione dei canali per la fognatura, come pure per quelli destinati ad altri usi a Parigi si impiegano le pietre molari ordite con malta di calce idraulica o meglio ancora di cemento.

In quest'ultimo caso le grossezze delle pareti sono ridotte a circa $^2/_3$ di quanto si adotta per le murature formate con calce idraulica; usando le pietre molari ed il cemento idraulico gli ingegneri municipali di Parigi adottano pressochè le seguenti dimensioni.

Acquedotti e fogne larghe all' imposta delle vôlte meno di m. 2 e l'altezza sotto la chiave m. 2, 60 la grossezza delle pareti di m. 0, 20

Simili larghi all' imposta da m. 2 a m. 3 alti:
da m. 2, 50 a m. 4 colle pareti grosse . . m. 0, 30

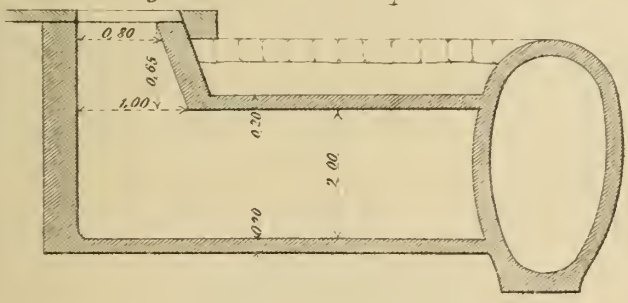
Simili larghi all' imposta da m. 3 a m. 4
alti da m. 4 a m. 4, 50 colle pareti grosse . » 0, 35

Simili della larghezza da m. 4, 50 a m. 6, 00
alte da m. 4, 50 a m. 5, 50 colle pareti grosse » 0, 40

In ogni caso l'estradosso delle volte si deve trovare almeno di m. 1, 00 sotto il piano inferiore del lastricato oppure del sottosuolo del mac-adam.

Canali di scarico e d'ispezione delle fogne. — Le acque delle strade vengono scaricate nei canali di fognatura col mezzo delle bocchette e dei canaletti trasversali, come vedesi dalla fig. 34. Queste bocchette, che si trovano naturalmente nei punti più bassi, sono costituite ordinariamente da una lastra di *coronamento aa*, che si trova in continuazione del ciglio del marciapiede, la quale viene convenientemente incavata per ottenere la bocchetta, e da un cordone *o soglia* pure di pietra *bb*, che si colloca allo stesso livello della cunetta di scarico la quale

Fig. 35 Viadotto d'ispezione



poggia sulla parte superiore dei muri del pozzetto. Un tale pozzetto, o condotto verticale d'immissione, ha ordinariamente la sezione di m. 1 di lunghezza per m. 0, 45 di larghezza e termina in un condotto inclinato che va a finire nella fogna. Questo condotto, che si chiama *diramazione della bocchetta*, ha l'altezza media di m. 1, 30 sotto la serraglia, la larghezza di m. 0, 60 all'imposta della vôlta e m. 0, 50 di larghezza al fondo.

Oltre ai condotti di scarico delle acque provenienti dalle strade vi sono altri condotti per discendere a visitare le fogne, che sono stabiliti alla distanza fra loro di m. 50.

Quando la fogna si trova sotto il marciapiede il condotto è verticale e corrispondente all'asse della stessa fogna. Esso è della luce interna di m. 0, 90 in quadro e va a terminare al piano del marciapiede in una botola di ghisa composta da un telaio fisso e da un chiusino mobile del diametro di m. 0, 80.

Se invece la fogna è costrutta sotto la strada si apre tuttavia il pozzetto sotto il marciapiede e si fa comunicare colla fogna col mezzo di un piccolo viadotto d'ispezione (fig. 35) le cui dimensioni sono ordinariamente di metri 2 di altezza sotto la serraglia di m. 1 di larghezza all'imposta e di metri 0, 50 al fondo.

Quando la profondità dello scavo lo permette la botola si colloca ordinariamente a m. 0, 50 sull'estradosso della vôlta del viadotto d'ispezione e si discende col mezzo di gradini di sporto dalla botola al fondo. I gradini sono alti da m. 0, 15 a m. 0, 20, larghi m. 0, 50. Questi gradini poi sono sommamente utili per ricoverare gli operaj nei momenti di procella.

La rete delle fognature di Parigi nel 1878 accoglieva le acque delle strade col mezzo di 7 000 bocchette. Vi erano 10 000 pozzi, ove potevano discendere gli operaj per curare la fognatura; e circa 22 000 case immettevano le acque luride e le dejezioni nei condotti.

Per la pulitura delle fogne di Parigi necessita il lavoro degli operaj che applicano diversi mezzi di pulimento i quali consistono:

Nel *vagoncino a bilico*, che si applica alle fogne con rotaje e cunetta piccola.

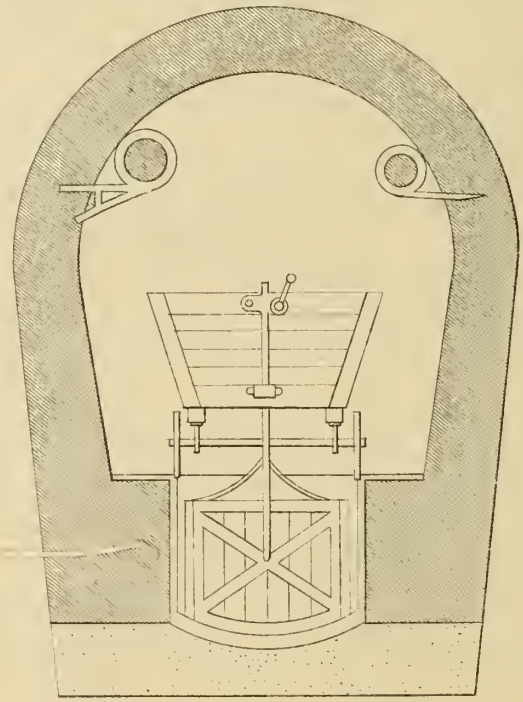
Nel *vagone paratoja*, che si usa ove la fogna ha le rotaje ed una cunetta profonda.

Finalmente nella *barca paratoja*, quando si hanno le banchine e cunette larghe.

Il *vagoncino* a *bilico* non è che una riduzione degli ordinarj vagoni pei movimenti di terra. Si usa allorchè l'acqua non è abbondante. Le materie che esso trasporta, e che sono raccolte col rastrello, vengono in seguito scaricate nei collettori i quali siano meglio provvisti di acqua e di maggiore pendenza.

Il vagone paratoja, che scorre egualmente sopra le rotaje porta una paratoja come vedesi nella fig. 36 la quale col mezzo di ingranaggi può essere abbassata

Fig. 36 Vagone paratoja



entro la cunetta e chiuderla quasi interamente. In allora l'acqua si eleva a monte del carro, passa con violenza sotto la paratoja ed anche attraverso a due aperture che vi sono praticate, scaccia le materie che incontra sul pavimento e fa essa stessa, per la pressione esercitata sulla superficie a monte della paratoja, avanzare il carro di una quantità eguale a quella che ha resa libera.

Poco a poco si forma un banco di grande estensione, che non si trasporta tutto in un pezzo, ma che muovesi a guisa delle Dune, vale a dire che le materie che si trovano a monte della paratoja si elevano insieme all' acqua, sboccano dalle uscite lasciate nella paratoja stessa, salgono il ramo ascendente della prima Duna che incontrano e si dispongono a piano inclinato verso valle della medesima. Sono tanti mucchi con versante dolce verso valle che si trasportano nella stessa guisa della duna spinta dal vento. Il carro paratoja sposta non solo le sabbie ed il limo, ma anche le pietre voluminose che sole non sarebbero smosse, ma che mescolate alle sabbie partecipano del movimento della massa.

I banchi percorrono per un medio un chilometro in 24 ore e finiscono a cadere in uno dei grandi collettori.

In quanto ai grandi collettori il loro pulimento si fa in un modo analogo al precedente. Soltanto che in luogo del carro vi è una *barca-paratoja*, in quanto che la dimensione della cunetta è da m. 2, 50 a m. 3, 50, con una corrente d' acqua dell'altezza di metri 1.

In tal maniera le sabbie sono gradatamente tradotte, sulla sponda sinistra fino ad una piccola distanza dal ponte dell' Alma, e sulla sponda destra fino allo sbocco del collettore. Le prime sono ricevute a monte del sifone, in una fossa di decantazione d'onde si estraggono a braccia dagli operai. Lo strame, le foglie ecc. ecc. sono arrestate dalle griglie di depurazione che si sorvegliano, giorno e notte.

Ad Asnieres i banchi sono spinti nella Senna e danno luogo ad un lavoro costoso, dovendosi estrarli colle draghe.

Come si vede questo sistema di fognatura non solo è complicato e presenta molti inconvenienti, ma riesce inoltre costoso impegnando nel lavoro continuo di oltre mille operaj al giorno.

Dietro le osservazioni continuate per dieci anni emerse che il volume complessivo dell'acqua scaricata nella Senna dai collettori può essere valutata a 250 000 metri cubici al giorno, dei quali 200 000 versati ad Asnieres, e 50 000 a S. Denis dal collettore Dipartimentale. Confrontata questa cifra colla quantità d' acqua potabile distribuita nella città e colla pioggia, emerge che nello stesso periodo furono distribuiti per un medio m. c. 233 145 al giorno e sono caduti sulla superficie totale di Parigi mc. 114 619 d'acqua di pioggia, cosicchè la quantità totale dell' acqua caduta e distribuita per giorno, fu di metri cub. 350 000. Da qui ne deriva che i collettori hanno scaricato $^5/_7$ circa, ossia 0, 70 della quantità entrata e piovuta in Parigi.

Si calcola che il volume del fango e delle immondizie che giornalmente si deve trasportare ascendi a m. c. 1900.

La spesa annuale per l' igiene pubblica a Parigi è di f. 2 200 000.

Sistema di costruzione e costo delle fognature. — La muratura dei canali di fognatura è formata da pietra molare in malta. I pezzi delle pietre sono disposti non già in filari orizzontali, ma bensì normalmente alla parete interna. Come pure i pezzi che costituiscono il fondo devono essere posti in *coltello* e

non in *piatto;* similmente ha luogo per i pezzi che formano l'ultimo filare delle banchine.

Le superficie interne sono intonacate con malta di cemento idraulico. Questa malta è composta da 2 parti di cemento e 5 di sabbia.

Superiormente alla vôlta vi è la cappa di malta di cemento della grossezza di centimetri quattro.

Il costo dei condotti con cunetta e banchine laterali fu il seguente cioè (1).

I. Tipo.	Larghezza del condotto alle imposte della vôlta	m.	3, 70
	Altezza sotto la serraglia	»	2. 90
	Larghezza della cunetta	»	1, 20
	Profondità della cunetta	»	0, 80
	Larghezza delle banchine	»	1, 00
	Grossezza della muratura-piedritti	»	0, 65
	» alla serraglia	»	0, 45
	Platea alla cunetta-altezza	»	0, 45

Con tali dimensioni il costo della fognatura al metro corrente fu il seguente cioè:

1.° Muratura di pietra molare	m. q.	8, 08 a L.	35, 00 a L.	303, 80
2.° Intonaco della vôlta con malta di cemento della grossezza di m. 0, 15	m. q.	8, 01 a L.	3, 35 a L.	26, 83
3.° Simile alle banchine, ma della grossezza di m. 0, 03	m. q.	4, 83 a L.	4, 60 a L.	22, 22
4.° Cappa di malta ordinaria grossa m. 0,04, compreso lo strato di sabbia alto m. 0, 10	m. q.	7, 60 a L.	1, 80 a L.	13, 68
5.° Nolo delle centinature				6, 00
Costo al metro corrente			L.	372, 53

II. Tipo.	Larghezza del condotto all'imposta della vôlta	m.	3, 00
	Altezza sotto la serraglia	»	2, 80
	Larghezza della cunetta	»	1, 20
	Profondità della cunetta	»	0, 80
	Larghezza delle banchine	»	0, 70
	Grossezza delle spalle	»	0, 50
	» della vôlta	»	0, 40
	» della platea	»	0, 45

(1) *Portefeuille des Conducteurs des Ponts et Chaussees.* Novembre 1865.

Il costo della tombinatura con queste dimensioni al metro corrente risultò come segue:

1.° Muratura di pietra molare in malta . .	m. q.	6, 50	L. 3, 50	L.	227, 50
2.° Intonaco di cemento c. s. alla vôlta . .	m. q.	7, 84	L. 3, 35	L.	26, 26
3.° Simile alle banchine e cunetta	m. q.	4, 03	L. 4, 60	L.	18, 53
4.° Cappa c. s.	m. q.	6, 19	L. 1, 80	L.	11, 14
5.° Centinatura				L.	6, 00
Totale al metro corrente				L.	283, 43

Come si vede in questo costo non è compreso lo scavo del terreno ed il suo trasporto, la demolizione e ricostruzione del pavimento stradale ed altre spese accessorie le quali indubbiamente devono essere state di qualche rilevo.

Siccome venne detto la fognatura di piccole dimensioni senza banchine ed ove non si comprendono i condotti d'acqua e del gas, sono ovoidali colle pareti di calcestruzzo di cemento idraulico.

Prendendo le dimensioni medie di tali condotti, cioè quelli della larghezza di m. 1, 00 alle imposte della vôlta e di m. 0, 50 al fondo l'altezza di m. 2, 00 dal fondo al sottarco e la grossezza delle pareti di m. 0, 20, si ha il volume di m. c. 1, 158 al metro corrente di calcestruzzo.

Fognatura domestica. — La fognatura domestica a Parigi venne disciplinata da diverse ordinanze Prefettizie le quali furono emanate in differenti epoche a norma dei bisogni che si presentavano. Qui riassumeremo brevemente le principali di tali prescrizioni.

In forza dell'ordinanza 25 Marzo 1852 non si potevano immettere nella fognatura stradale se non che le acque lorde provenienti dalle abitazioni, escluse le materie solide fecali, per cui riesciva tuttavia necessaria la conservazione dei pozzi neri. Ma coll'ordinanza 2 luglio 1867 si accordava ai proprietarj delle case fronteggianti le strade anche l'immitenza di tutte le materie fecali, cosicchè si potevano sopprimere le fosse fisse. Peraltro dalle dejezioni provenienti dalle latrine dovevano essere separate le parti solide da quelle liquide col mezzo di appositi apparecchi, non accettandosi nella fognatura che queste ultime dovendosi esportare all'esterno le materie solide col mezzo dei carri.

I condotti di trasmissione dei liquidi dalle case alla fognatura stradale dovevano avere la forma ovoidale, della larghezza all'imposta della volta di m. 1, 30 e dell'altezza di m. 2, 30 con un salto alto m. 0, 15 all'incontro del condotto stradale. Successivamente coll'ordinanza 25 febb. 1870 furono diminuite le accennate dimensioni di larghezza ed altezza, riducendo la larghezza a m. 0, 90 ed a m. 1, 80 l'altezza. Questi condotti d'immitenza dovevano essere ventilati col mezzo di cammini da elevarsi sino al disopra dei tetti delle case.

Depositi ed immondezzai. — Fra tutte le città capitali d'Europa soltanto a Parigi venne conservato il sistema delle fosse fisse. In esse le materie imputridiscono e fermentano, e la loro estrazione, qualunque siano i perfezionamenti che

si introducono nei processi, riesce sempre per se stessa un operazione barbara sufficiente a condanare il sistema. Le materie sono trasportate entro botti al deposito municipale situato alla Villette. Il servizio del deposito viene fatto in eccellenti condizioni di proprietà e di igiene. Le materie sono versate entro vaste capacità, d' onde sono riprese con macchine a vapore e spinte entro condotti metallici a 10 chilometri dal mondezzaio di Bondy. Tutto il materiale e tutte le parti del deposito sono generalmente lavate con una grande quantità di acqua. Una ventilazione energica scaccia i gas che sono abbrucciati sotto le griglie delle caldaje. Giardini accurati circondano lo stabilimento. Gli apparecchi mobili comprendenti i tini filtri e le fosse mobili sono condotti con carri al deposito, caricati su battello in un posto dipendente dal canale dell' Ourq e trasportati in seguito al mondezzaio ni Bondy. I tini filtri non sono applicati che a circa un decimo delle case di Parigi; essi hanno pertanto il grande vantaggio di scolare nelle fogne tutti i liquidi vale a dire i nove decimi delle materie azotate putrefabili. Si incontrò del resto fino ad un epoca molto recente un grande ostacolo al loro estendersi. Essi esigono l' acqua negli alloggi, di cui non si erano tuttavia provveduti. Attualmente che questo ostacolo è tolto di mezzo questi tini-filtri andranno forse estendendosi.

Oltre alla Villette vi sono altri depositi particolari i quali vennero concessi dalla Prefettura, ove si possono trasportare e lavorare le materie. Parecchi vuotatori hanno approfittato di una tale concessione. Se non che la lavoratura delle materie non può a meno che infettare l'admosfera circostante .

Determinazioni da ultimo prese nell'interesse dell'igiene. — Malgrado tutte le disposizioni prese per migliorare il servizio della fognatura, le condizioni attuali di Parigi sono ben lontane di essere soddisfacenti. Il perchè ha indotto il Prefetto della Senna di occuparsi anche recentemente di una tale questione. A tal fine venne nominata una commissione tecnica la quale ha fatto degli studi importanti. Essa visitò un gran numero di città d'Europa, ove venne applicato il sistema di *tout a l'égout,* cioè Londra, Bruxelles, Amsterdam, Danzica, Berlino, ecc. Dopo di che ha riassunto i suoi studi e le sue conclusioni in un progetto di Regolamento il quale venne sottoposto all'esame ed alle determinazioni del Consiglio Comunale.

Dai documenti forniti dalla Commissione risulta senza alcun dubbio che coll' invio alla fognatura speciale o generale delle dejezioni umane si è migliorato notevolmente l' igiene nelle città ove l' hanno applicata. Le città di Danzica e Bruxelles. intorno alle quali si hanno dei dati positivi sulle diverse malattie infettive dominanti prima e dopo la fognatura, forniscono delle cifre molto eloquenti sulla diminuzione delle stesse malattie in quantoche si trova che il gruppo e l'angina furono ridotte del 105 al 34 per ogni 10 mila; il vajolo dal 170 al 53, ecc.

Si crede generalmente che allorquando la fognatura raccoglie tutti i prodotti della casa e specialmente le materie fecali, essa riesce molto infetta e presenta una notevole insalubrità. Questa idea è assai esagerata. La fognatura costrutta a dovere fornita dei cammini di ventilazione riesce abbastanza salubre.

La Commissione tecnica nominata dal Prefetto, come già si disse, era incaricata « di cercare col mezzo delle esperienze fatte, dai documenti e dalle notizie che « gli saranno fornite, il miglior processo da adottarsi per sostituire al sistema « attuale di scarico e del trasporto delle materie fecali, più conforme ai precetti « dell' igiene.

« Di indicare le modificazioni da introdursi, sotto il punto di vista della salute « pubblica, nei processi impiegati per la costruzione e per la cura della fognatura « destinata allo scolo delle acque domestiche e per smaltire i detriti di qualunque « natura scaricati dalle strade pubbliche ».

La Commissione venne costituita da Ispettori generali di Ponti e strade, da ingegneri civili, igienisti, architetti, dai membri della Commissione di vigilanza delle abitazioni insalubri e dagli ingegneri in capo di Ponti e strade e delle miniere.

Questa Commissione dopo 64 sedute ha esposto il proprio avviso formulando uno schema di Regolamento per ottenere lo scopo che si desiderava.

Siccome gli argomenti da essa discussi e trattati interessano non solo la città di Parigi, ma altresì qualunque altra città che intendesse di costruire la sua fognatura, non che tutti gli ingegneri ed architetti che si occupano di siffatte questoni e della costruzione degli apparati d'igiene nelle case, così abbiamo creduto essere sommamente utile di qui riprodurre in riassunto quanto fu stabilito dalla stessa Commissione che può servire di utile ammaestramento.

Innanzi tutto si riconobbe la necessità che per ciascun alloggio vi sia una latrina speciale ove vi affluiscano almeno 10 litri d'acqua per giorno e per persona scaricandola in modo tale da trasportare tutte le materie. Fra il vaso ed il condotto di scarico si dovrà interporre un sifone idraulico, di costruzione semplice, come si pratica nelle case inglesi e nel Belgio.

Le acque pluviali e quelle di cucina devono passare egualmente per un sifone analogo.

La Commissione riconobbe che sovente i tubi di scarico delle materie sono poco lavati in causa del loro diametro esagerato; essi non comunicano coll'admosfera e contengono un volume d'aria infettata che si espande negli alloggi col mezzo delle bocche delle latrine e degli acquai. Si è proposto adunque di prolungare i tubi di scarico fino al disopra dei tetti, per assicurare il libero e facile rinnovamento dell'aria. Fece voto altresì che vengano collocati dei serbatoj automatici ed intermittenti all'ultimo piano, per avere interpolatamente delle cadute d'acqua in tutta l'estensione del tubo di scarico. Infine bramerebbe che i condotti di scarico, diventati tubi evacuatori nel sottosuolo delle case, siano prolungati sino alla fognatura pubblica e muniti prima del loro sbocco da un sifone generale. La Commissione rimase stupita nelle sue visite alla rete delle fogne di Parigi degli inconvenienti che presentava sotto il punto di vista dell'igiene, l'arresto dei tubi di scarico a piombo del livello del muro della casa, vale a dire all'origine della galleria sempre molto larga, malamente lavata con poca pendenza che a Parigi costituisce la diramazione particolare. Essa constatò egualmente la necessità di avere degli otturatori idraulici sotto la forma di un

sifone, in luogo degli apparati imperfetti che hanno la disposizione delle cucchiaje e trattengono le immondizie le quali non dovrebbero essere fermate ma trasportate il più presto possibile dalla corrente della fogna pubblica.

La Commissione dopo di avere esaminate le acque scaricate dalle strade e dalle case, dal loro principio sino alle estremità dei rispettivi canali, ha potuto prendere una esatta cognizione del modo che vengono ricevute e scaricate. Il sistema delle fosse fisse venne quasi unanimamente condannato. Si trovò adunque di stabilire il principio della loro soppressione il più presto possibile, ma una tale soppressione non potendo essere istantanea in tutta Parigi, la Commissione indicò alcune modificazioni che potrebbero essere utilmente applicate alle fosse esistenti sino all' intera loro scomparsa. Fra queste la principale sarebbe quella di avere la doppia ventilazione mediante il condotto di scarico ed il tubo d'aereazione, la quale prescrizione impedirebbe possibilmente che siano rifluite le emanazioni nei gabinetti delle latrine.

Trovò egualmente la Commissione di proscrivere i recipenti di qualunque natura cioè fosse mobili, tinozze, apparati divisori o di diluizione, i quali si oppongono al libero e rapido deflusso delle materie; non conviene giammai di avere nelle case dei luoghi ove possono fermentare i prodotti della vita giornaliera. Le fosse mobili, anche stagnate, possono traboccare; le tinozze che hanno sovente gli stessi inconvenienti lasciano defluire la maggior parte delle materie e non sono che un ipocrisia dello scarico diretto alla fogna senza averne i vantaggi. La Commissione non potrebbe tollerare se non che in via eccezionale e temporaria recipienti con materie secche assorbenti i quali possono rendere qualche servizio nei casi in cui non si abbia nè acqua, nè latrina convenientemente sistemata. In quanto agli apparati denominati divisori o di diluizione sarebbe necessario di diminuire gli inconvenienti che presentano quelli che sussistono col prescrivere cioè una cateratta o stramazzo e l'uso abbondante dell'acqua non che il passaggio dell'apparato delle acque pluviali e degli acquai con che si trasporteranno tutte le materie organiche e non si fermeranno posteriormente ai filtri che le sostanze inerte.

Una questione abbastanza seria, e di un carattere scientifico, si presentò alla Commissione in merito allo scarico nella fognatura di tutte le materie e delle acque provenienti dalle case, oppure se si dovessero costruire dei condotti separati. In seguito a delle lunghe discussioni che si sono fatte a tale riguardo si addivenne alle seguenti proposte che vanno a costituire parte di un Regolamento. Lo scarico totale nella fognatura delle materie escrementizie può essere autorizzato nei canali che sono largamente e costantemente alimentati d'acqua corrente, non lasciando accumularsi la sabbia e le materie solide le quali dovranno essere trasportate senza arrestarsi fino allo sbocco nei collettori.

Può essere autorizzato egualmente nei canali di fognatura meno abbondantemente provveduti di acque dei precedenti, ma che abbiano la pendenza necessaria pel trasporto di tali materie, sotto la condizione che si proceda in questa fognatura ai lavori ed al sistema di cura e di manutenzione che quì di seguito viene specificato cioè:

a) Si dovranno collocare delle guide nelle cunette per met. 7600 della vecchia fognatura, ove attualmente vi si scarica molta sabbia.

b) Gli angoli di tutta la platea delle fogne dovranno essere arrotondati.

c) Vi è la necessità di aumentare le dimensioni ovvero di eseguire la riforma delle vecchie fogne sulla lunghezza di circa dieci chilometri.

d) Per assicurare la risciacquatura dei condotti, indipendentemente dallo scolo delle acque scaricate dalle bocche e di quelle provenienti dalle abitazioni, verrà stabilito un sistema di cacciate ottenute col mezzo di serbatoj della capacità di dieci metri cubici d'acqua, da collocarsi alla sommità di ciascuna fogna ed al lungo di esse, alla distanza massima di 250 metri.

Questi serbatoj si vuoteranno istantaneamente una o due volte ogni 24 ore.

e) Verranno stabilite delle squadre di operaj all'oggetto di tener in moto le materie che saranno trasportate, o che rimarranno attaccate alle sponde delle fogne.

La lunghezza delle fogne per le quali occorre questo sistema di manutenzione è di circa 424 chilometri.

f) Verrà costrutto nei collettori un determinato numero di bacini a sabbia (415 al massimo) dimodochè i battelli, ovvero i vagoni paratoja, possano togliere le materie entro il lasso di 24 ore.

g) Si collocheranno dei serbatoj mobili inferiormente alle bocchette delle strade che hanno il pavimento a pietrisco, ovvero di qualunque altra strada dalle quali siano scaricate nella fogna delle sabbie, delle lordure od altri corpi pesanti. Il numero di questi serbatoi si calcolò a 2000.

h) Il sistema centrale dei collettori sarà completato in vista di sollevare i collettori delle colline e di Clichy e di provvedere al deflusso di mc. 400 000 in 24 ore.

i) Le acque delle parti basse di Grenelle, di Bercy e del XII circondario di Parigi saranno convogliate nei collettori dipartimentali, sia a monte che a valle di Parigi.

l) Allo sbocco del collettore a Clichy saranno collocate delle paratoje mobili per impedire il riflusso delle acque della Senna in tempo di piena. In allora lo scolo delle acque del collettore verrà eseguito modificando le macchine elevatorie di Clichy affinchè sollevino e rigettino tali acque nella Senna, sino alla concorrenza di 600 000 met. cub. ogni 24 ore.

Nelle fognature che non soddisfino le condizioni più sopra specificate, ovvero in quelle in cui il riflusso dei collettori può arrestare lo scolo, si potrà fare l'emissione delle materie escrementizie col mezzo di tubi impermeabili collocati nelle gallerie e prolungate sino alla fognatura, la quale soddisfi le condizioni più sopra enunciate.

Da questo rapporto della Commissione instituita pel risanamento di Parigi si scorge in quale stato si trovi quella fognatura e quali opere occorrano per rimediare ai molti difetti che essa presenta tuttavia, malgrado le somme enormi che furono erogate nella sua costruzione e nelle opere di adattamento.

Si calcola che sussistono tuttora 23 000 apparati divisori, e 60 000 fosse fisse le quali furono condannate dalla Commissione e che ci vorrà un tempo abbastanza lungo per farle scomparire.

Si deve adunque conchiudere che la fognatura di Parigi, con tutte le opere che vi sono annesse, può essere ammirata per la sua grandiosità ed estensione ma che giammai non potrà servire di norma nella costruzione di altre fognature pei gravi diffetti che presenta.

FOGNATURA DI BERLINO (1).

La popolazione di Berlino che nel 1826 non era che di 200 000 abitanti si accrebbe in breve tempo in guisa che nel 1884 risultava di 1 689 931 abitanti distribuita sopra 6258 ettari di terreno. Ma nella vecchia e nella nuova Berlino sulle due sponde della Sprea la superficie fabbricata è di ettari 2560.

Il clima è umido e freddo e non molto piovoso; per un medio l'acqua di pioggia è di m. 0, 54 all'anno. — Le sorgenti si trovano ad una piccola profondità, cioè da m. 0, 94 a m. 1, 25. In questo stato di cose le sorgenti sono spesso inquinate da materie organiche in decomposizione. Non è punto a meravigliarsi se in queste condizioni la cifra della mortalità fosse elevata cosicchè nel 1871 si ebbero 39 decessi per 1000 abitanti.

Gli studi per la fognatura di Berlino si sono cominciati nel 1869 ed aprovati nel 1873; ed i relativi lavori si sono intrapresi nel successivo anno 1874 per darli compiuti nel periodo di dieci anni.

Fra i diversi sistemi che si presentavano per la costruzione della fognatura in una città piana, attraversata da un fiume, venne scelto per Berlino il sistema radiale, nel quale il tracciato dei collettori seguono dei raggi che dal centro vanno alla periferia. In tal maniera si ha un determinato numero di zone distinte e si possono meglio distribuire le acque sui terreni di depurazione.

Il progetto e la direzione di tutti questi lavori di fognatura si sono affidati a James Hobrect.

Colla costruzione della fognatura vennero soppresse tutte le vecchie fosse o pozzi neri, scaricandosi in essa tanto le acque lorde, quanto le materie fecali. Coll'ordinanza 14 Luglio 1874 del Prefetto della polizia di Berlino, fra le altre cose venne stabilito, che in seguito alla fognatura nelle case private erano proibiti i canali aperti, le fosse fisse ed i pozzi neri; ed i tubi di discesa delle materie si dovevano prolungare sino al tetto ovvero ventilarli mediante una communicazione coi cammini.

Col sistema radiale stato adottato, la città di Berlino venne suddivisa in 12 zone, le quali comprendono la superficie di met. quad. 58 790 510.

Ma attualmente la fognatura non venne costrutta che per 5 zone, le quali hanno complessivamente la superficie di metri quadrati 26 692 000, colla popolazione di 680 000 abitanti.

La fognatura delle altre zone si costruirà in seguito secondo il bisogno.

(1) Estratto dalla memoria di Durant-Claye e Petsche (*Annales des Ponts et Chaussées* 1886).

Tutte le acque provenienti dalla fognatura, non meno che le pluviali che vi defluiscono, sono trasportate insieme ad una conveniente distanza dalla città ed in seguito sollevate col mezzo di pompe e convogliate sopra dei terreni di depurazione. Tuttociò diventava un quesito assai difficile da risolversi inquantochè si doveva cercare nella vallata della Sprea un terreno che meglio si prestasse alla filtrazione delle acque cariche di materie organiche, ma che avesse uno strato alto almeno m. 1, 50 affinchè le acque lorde non andassero ad inquinare le sorgenti le quali, come si disse, si trovano a pochissima profondità.

A questo fine l'amministrazione Municipale di Berlino fu costretta ad acquistare la superficie di Ettari 5370 di terreno in diversi punti, spendendo la somma di It. L. 13 342 185.

Disposizione generale della fognatura. — Nella costruzione della fognatura venne determinato di raccogliere in essa anche le acque pluviali, poichè il tenerle esse distinte da quelle lorde non recava alcun beneficio ed impegnava a dover costruire dei condotti conformi alle fogne, stante che le acque di pioggia che defluiscono dalle strade, sono cariche di lordure ed hanno i medesimi caratteri di quelle delle fogne.

Si trovò di stabilire i condotti in guisa da riuscire superiori al livello delle sorgenti, onde ovviare al pericolo di inquinare le stesse sorgenti dal disperdimento delle acque di fogna.

Il principio dominante nel tracciamento della rete delle fogne fu quello di stabilire le linee più brevi per raggiungere le località dello scarico.

Ai collettori si sono destinate le strade diagonali con poca circolazione e senza tramways, in modo da rendere le riparazioni meno incomode. Nel tracciato si tenne egualmente conto di riuscire facili i canali di scarico. In causa della vicinanza delle sorgenti si aveva tutto il vantaggio di aumentare il numero dei collettori, piuttosto che di accrescere le loro dimensioni. I tubi semplici furono collocati sotto i marciapiedi.

I condotti in muratura si sono costrutti sotto un fianco delle strade; dall'altro fianco si collocò generalmente un semplice tubo. Nelle vie strette non vi è che un solo condotto.

Collocando i condotti sotto i marciapiedi, ovvero da un lato della strada, si ha il vantaggio di eliminare, oppure di diminuire le manomissioni della carriera e di avere le minori riparazioni. Le bocche che introducono le acque pluviali nella fognatura, esistenti sui cigli dei marciapiedi, si trovano così al disopra dei condotti; le diramazioni delle case private sono meno lunghe, hanno una maggiore pendenza e si ostruiscono meno facilmente.

Vi sono alcuni condottti trasversali i quali collegano quelli situati sotto i marciapiedi, ed in tal maniera si ha un doppio scolo delle acque, ciò che torna vantaggioso nelle riparazioni.

Fra due strade vi sono delle bocchette che introducono nelle fogne le acque pluviali. Agli angoli delle strade furono praticati dei pozzetti che servono a visitare i condotti, come pure laddove essi si incontrano. In tal maniera l'ispezione si rende facile. Fra due pozzetti i tubi sono sempre collocati in linea retta

e conservano il medesimo diametro; si può così vedere a colpo d'occhio e scoprire il luogo ove succedono gli ingombri, e chi è il proprietario responsale. Per impedire che giungano nelle fogne dei corpi voluminosi i tubi provenienti dalle case hanno il diametro di metri 0, 16.

Quantità delle acque che possono condurre i condotti. — I condotti sono destinati a tradurre le acque che giungono dalle case e le pluviali, come già si disse.

Si è calcolato che le acque provenienti dalle case risultino del volume di litri 1, 545 per ettaro e per minuto secondo, ammettendo così che il consumo sia di litri 127, 3 per giorno e per abitante, erogato in 9 ore, ed ammessa una densità di popolazione di 785 abitanti per ettaro, numero che finora non venne raggiunto in quella città.

Del 1.° Aprile 1882 al 31 Marzo 1883 il consumo massimo dell'acqua, per giorno e per abitante, fu di litri 85, 22, ed il minimo di litri 47, 12 e così il medio di litri 64, che è la metà di litri 127 come sopra supposta.

Il volume delle acque pluviali è di gran lunga maggiore e più difficile a determinarsi.

A Berlino le pioggie sono frequenti ma poco abbondanti; il suolo è sabbioniccio ed avvi una pendenza debole, cosicchè si è valutata la sezione dei condotti di fognatura nell'ipotesi che la pioggia sia di circa metri 0, 021 per ora, di cui $^1/_3$ soltanto giunga alla fognatura. Con che si ha per le acque pluviali lo scolo massimo di litri 21, 185 per ettaro e per minuto secondo, i quali uniti alla quantità proveniente dalle case, risulta un deflusso di litri 22, 730 per ettaro e per minuto secondo.

Relativamente alla pendenza dei canali essa non oltrepassa $^1/_{500}$ ossia m. 0, 002 per metro.

La pendenza minima dei collettori è di $^1/_{2800}$ ossia m. 0, 00036 per metro. I tubi provenienti dalle case in generale hanno una pendenza maggiore; la loro sezione è piccola e vanno a finire nella fognatura almeno di m. 0, 12 al dissopra del fondo.

Forma dei condotti. — La fognatura di Berlino comprende due forme di condotti, cioè ovoidale e circolare.

Nei condotti di forma ovoidale il fondo presenta la massima curvatura per ottenere che la velocità del liquido sia la maggiore possibile, qualunque sia la quantità dell'acqua.

I tipi adottati in tale fognatura hanno nove dimensioni diverse che da m. 1, 20 di altezza raggiungono i m. 2, 00. All'imposta della vôlta la larghezza corrisponde a $^2/_3$ dell'altezza come si scorge dalla figura 37.

Le vôlte sono di mattoni della grossezza costante di metri 0, 25.

Allorquando si ha una quantità minore di acqua da scolare si adottano i tubi circolari di terra cotta, i cui diametri si aumentano di 3 in 3 centimetri.

Le minime dimensioni di questi tubi è di metri 0, 21 di diametro: essi non si adottano che nelle piccole strade ed ove non si hanno le acque delle case, trovandosi congiunto lo scarico di queste ultime acque le dimensioni minime sono

di m. 0, 24 di diametro. Con un tal diametro, e colla pendenza di $^1/_{500}$ il deflusso per secondo è di 25 litri, che corrisponde ad una snperficie colante di 110 are.

Il più piccolo condotto ovoidale, dell'altezza di m. 1, 00 colla pendenza di $^1/_{500}$, traduce litri 502 al minuto secondo, mentre il tubo più grosso del diametro di

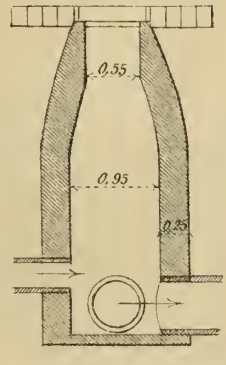


Fig. 37
Pozzetti di visita

metri 0, 48 non può tradurre che 140 litri. Pei deflussi intermedi si impiegano dei condotti di metri 0, 90 che traducono 385 litri, dei condotti di metri 0, 51; metri 0, 60; metri 0, 63, che traducono rispettivamente 133 litri; 245 litri e 277 litri.

Accessori della Fognatura. — Per poter ispezionare i condotti della fognatura vi sono due forme di pozzetti, l'una delle quali è quadrata l'altra è circolare. Questi pozzetti sono costrutti in modo non solo per poter visitare i condotti ma altresì per assicurarsi della ventilazione e per lo sgombro delle materie quando i condotti sono pieni.

Attualmente la capacità dei condotti della rete di Berlino è di circa 100 000 met. cubici. In essa vi sono distribuiti 5000 pozzetti d'ispezione dei canali; ciascuno di essi deve adunque lasciar defluire circa 20 metri cubici di aria; la velocità dell'aria, supponendola di 1 metro per secondo, sono necessari da cinque a 6 minuti affinchè l'aria raccolta possa defluire, presentando la sezione dei tubi una superficie di circa sei decimetri quadrati. Il collocamento di tali pozzetti richiede adunque uno studio accurato. L'esperienza ha mostrato che la forza dell'aria compressa basta a sollevare alcune piastre e ad impedire interamente lo scolo delle acque.

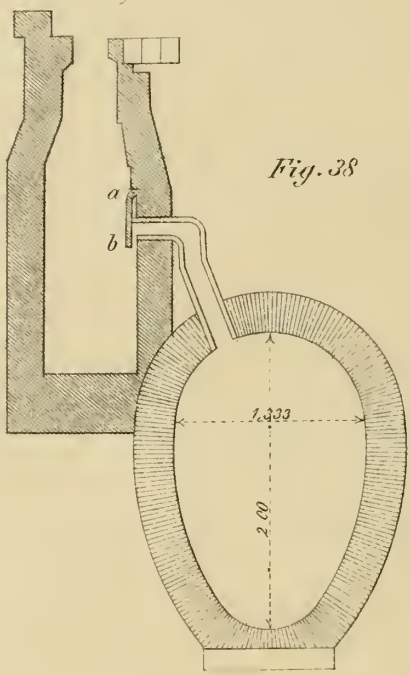
Abbiamo già detto che tali pozzetti sono circolari (Fig. 37) del diametro alla base di met. 0, 95 che è la dimensione minima ove l'operaio possa moversi; in questi pozzetti si possono chiudere i condotti quando si voglia impedire il deflusso dell'acqua. Essi si trovano alla distanza fra loro da 60 a 70 metri; ed esistono altresì in ciascun cambiamento di direzione.

I pozzetti che servono ad accedere alle fognature sono quadrati, e provveduti di una scaletta larga m. 0, 556 che va a raccordarsi con una parte cilindrica del diametro di metri 0, 526, la quale sbocca sotto la piastra di guardia, Queste piastre sono doppie; l'inferiore è forata per la ventilazione ed impedisce che le immondizie della strada cadano nella fognatura; nelle grandi pioggie si può toglierla e l'aria inallora sfugge dai fori della piastra superiore. La distanza di questi pozzetti è da 60 a 100 metri.

Le bocchette che servono a scaricare nella fognatura le acque pluviali della strada sono costrutte in modo di arrestare le materie solide che venissero trasportate.

Queste bocchette consistono in pozzetti cinti da muri di mattoni, profondi m. 2, 05 della larghezza di m. 0, 65, col coronamento dell' altezza di 0, 23 e colla platea di granito.

Una griglia mobile, che gira intorno ad un asse orizzontale, chiude la bocchetta alla distanza di m. 0, 49 dallo spigolo del marciapiede. Il pozzetto è destinato ad accogliere le materie, le quali vengono levate ad intervalli tolte a mano sollevando la griglia; le acque si scaricano passando per un tubo di terra cotta del diametro da m. 0, 10 a m. 0, 16 (Fig. 38) davanti il quale si trova una piastra metallica *a b* che si può sollevare con un uncino, e che in tempo normale lascia una apertura libera della larghezza di m. 0, 06. Questa piastra ha lo scopo di ar-



restare le materie in sospensione, ma non già di impedire il deflusso dell'aria; del resto nella stessa piastra, nella parte orizzontale, sono praticati dei fori pel passaggio dell'aria. Nella fig. 39 si dinota la sezione di una bocca di scarico delle acque lorde le quali sono destinate a trasportare le materie solide allorchè i canali di fognatura ove immettono consistono in tubi di terra cotta.

Le bocchette sono collocate alla distanza da 50 a 60 metri, nei terreni piani. Esse possono scaricare 90 litri d'acqua di pioggia per minuto secondo.

Lo scarico nella fognatura delle acque lorde provenienti dalle case dei privati ha luogo col mezzo di tubi di argilla del diametro di m. 0, 16 colla pendenza

di m. 0, 031 a m. 0, 033, che può discendere sino a m. 0, 020. È obbligo di avere un sifone in *gres* che assicuri una chiusura idraulica coll' immersione di m. 0, 08.

Inoltre posteriormente al sifone, e sotto il suolo della cantina, si trova un animella metallica che si apre al difuori e che può essere facilmente ispezionata col mezzo di un pozzetto. Questa animella, arresta i corpi solidi voluminosi e può essere ripulita ad intervalli col mezzo del pozzetto. Qualche volta esiste sola senza il sifone.

I proprietarj delle case sono obbligati a scaricare nei condotti delle fognature le acque lorde delle cucine, dei cortili e le materie fecali delle latrine (water-closet). In quanto alle acque provenienti dagli stabilimenti industriali esse non possono essere immesse nelle fognature che in seguito a processi speciali e quando non contengano più del 10 per $^0/_0$ di alcali, acidi o sali.

Vennero adunque proibiti i pezzi neri e le fosse stabili come già si è detto.

La bocca di scarico delle acque degli acquai va munita da una griglia; e sotto ciascun vaso di latrina deve trovarsi una chiusura idraulica, e l'orificio limitarsi al diametro di m. 0, 07.

In quanto alle pluviali defluenti dai cortili esse vengono scaricate col mezzo di bocchette mediante condotti del diametro di m. 0, 11.

Bocca di scarico nei condotti circolari

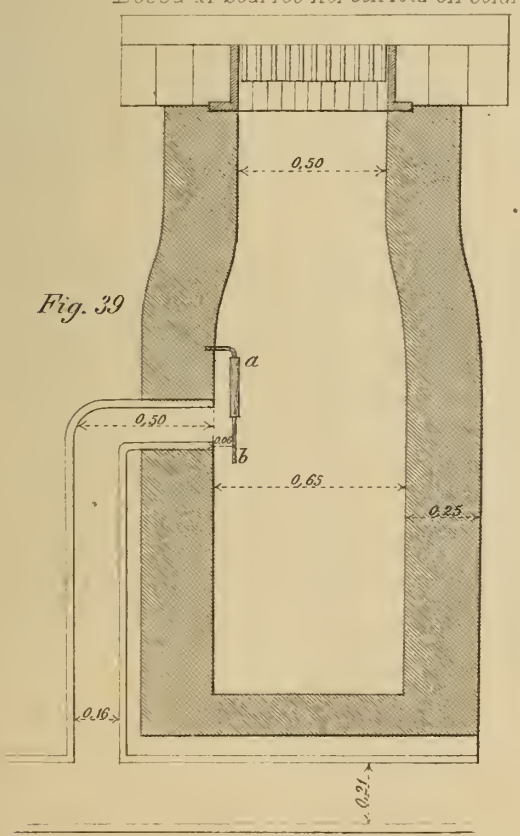
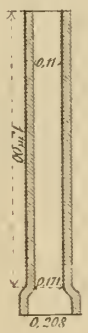


Fig. 39

Fig. 40



Canali di scarico e sollevamento delle acque. — Ciascuna delle cinque zone, che sono attualmente fornite dalla fognatura, ha un apposito canale di scarico che traduce le acque all'esterno della città in un serbatojo in sabbia circolare destinato ad arrestare le materie solide. Questi serbatoj sono collocati ad una determinata distanza dalla città ed in prossimità ai terreni di depurazione. Il fondo di essi si trova allo stesso livello della platea del collettore. Il diametro dei bacini è di 12 metri; al centro di questi bacini si trova un pozzo, oppure un muro di contorno cilindrico del diametro di m. 3. Vi sono inoltre delle griglie disposte secondo un diametro determinato, le quali sono destinate a fermare le materie.

Sono stabilite 33 caldaje a vapore che mettono in moto altrettante pompe pel sollevamento delle acque. Queste macchine aspirano l'acqua nella parte inferiore del serbatojo, sia direttamente, sia con un canale speciale.

Sollevate le acque esse vengono distribuite sopra i terreni di depurazione. Questi terreni sono coltivati, sia a legumi sia a colzato, lino, avena, ecc.

Nell'esercizio 1883-1884. Il volume totale delle acque lorde, convogliate alla fognatura dalle 12 235 case che vi immettono le loro materie, fu di m. c. 28 774 000 all' anno ossia m. c. 78 617 al giorno.

Con che si hanno per ciascun abitante (popolazione 899 200) litri 87, 43.

Dai pozzetti e dai condotti e dai serbatoj a sabbia si sono tolti nella stessa epoca m. c. 5955 di materie solide diverse.

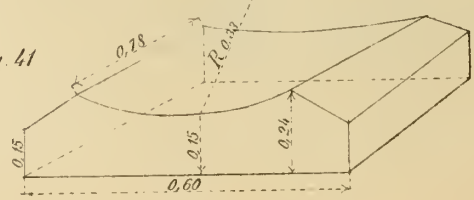
Le spese di esercizio nel 1883-1884 fu di L. 653 000. Laonde si ha che ogni metro cubico di acque lorde smaltite importa la spesa di L. 0, 12. Queste spese di esercizio comprendono L. 36 000 per le spese generali; L. 187 000 per l'acquisto di m. c. 11 325 di carbon fossile e L. 84 000 per il costo di 44 000 cubici di acqua impiegata nella cura dei condotti. Risulta così che la spesa per ogni abitante e per anno è di L. 0, 2025.

Esecuzione dei lavori. — I tubi impiegati a Berlino sono di terra cotta verniciati nell' interno in modo da eliminare interamente la loro porosità e non avere alcuna scabrezza. La grossezza delle pareti dei condotti corrisponde ad $^1/_{12}$ del diametro. La lunghezza minima è dì m. 0, 80 e nelle diramazioni m. 0, 65. Il diametro dei manicotti di congiunzione è maggiore di quello dei tubi di m. 0, 03. La fig. 40 dinota la sezione di uno di questi tubi.

Nel terreno asciutto, e fino a met. 1, 20 al dis otto delle sorgenti, i tubi vennero collocati su di una fondazione la quale consiste in prismi o cuscini di calcestruzzo di cemento che si costruiscono tre o quattro settimane prima di essere posti in opera. Ai 12 profili diversi dei condotti vennero formati 3 tipi di prismi o cuscini modellati secondo la fig. 41. Dopo di avere collocati a dovere i tubi sui cuscini si coprono di terra che viene pilonata convenientemente.

Prismi di fondazione dei condotti

Fig. 41



La resistenza dei tubi di argilla diminuisce naturalmente coll'aumentare le loro dimensioni. Il perchè spesse volte si adottarono due condotti in luogo di uno solo di grandi dimensioni.

Senza dubbio i tubi formati di calcestruzzo sarebbero riusciti più resistenti, ma vennero esclusi, in quanto che la superficie interna non è perfettamente liscia, come quella dei tubi di argilla, per cui le acque non defluiscono così prontamente. D'altra parte è difficile di ottenere l'uguaglianza della qualità; di poi riescono pesanti e di una manutenzione più costosa.

I condotti ovoidali invece sono costrutti di mattoni orditi con una malta di cemento idraulico, formata da una parte di cemento, per tre o quattro parti di sabbia. In tal maniera si ottenne di renderli esattamente impermeabili. Questi condotti poggiano su di una fondazione di calcestruzzo alta da m. 0,50 a m. 1,00, ed anche assicurati lateralmente da speroni.

I lavori si sono eseguiti dagli operaj a giornata, anzichè per appalto, e ciò all'oggetto di conseguire la massima precisione.

La lunghezza dei condotti risulta in totale di m. 386 681, che vennero costrutti dal 1874 al 1882. Questi condotti servono a 12 235 case.

Costo delle opere. — I condotti ovoidali, dell'altezza di m. 0,90, costano al metro corrente, senza fondazioni, L. 75, ma il loro costo colle fondazioni è di L. 175 al metro lineare. I condotti dell'altezza di m. 1,50, senza fondazioni, L. 150 e colle fondazioni in calcestruzzo L. 268. Quelli alti m. 2 L. 212, senza fondazioni, e L. 375 al metro corr. colla fondazione.

			Costo al metro corrente
I tubi di argilla del diametro di . .	metri	0,21	L. 17,50
» » » »	»	0,33	» 25,00
» » » »	»	0,45	» 38,25
» » » »	»	0,60	» 67,50

Un pozzetto d'ispezione del diametro di metri 1,50 a L. 175.
Una bocchetta di scarico L. 212,50.

Il costo della fognatura fin quì costrutta per le cinque zone, comprese le stazioni, le pompe, ma esclusi i campi di depurazione, risultò di It. L. 41 531 000.

Per l'acquisto dei terreni di depurazione venne spesa la somma di L. 13 342 000 quali si pagarono da L. 300 a L. 450 all'ettaro

Conclusione. — La grave questione del risanamento di una grande città venne risolta a Berlino in modo soddisfacente. Le materie impure vanno alla fognatura e si mescolano ad una gran quantità d'acqua e sortono per purificarsi passando attraverso i terreni. Sono passati ormai 14 anni dacchè furono collocati i primi condotti e l'esperienza fatta non può a meno di ammettere un successo incontestabile.

Le esalazioni mefitiche sono rade, e forse potrebbero aver luogo dei miglioramenti nelle bocchette di scarico.

Sotto le viste sanitarie, quantunque il sistema della fognatura non sia compiuto, ciò nullameno si sentono di già i beneficj nelle case servite dalla canalizzazione. Le febbri tifoidee sono discese dall'1 al 2 % e la mortalità dal 0,4 al 0,7 %.

FOGNATURA DI VARSAVIA (1).

Sino al 1876 la città di Varsavia non aveva che le latrine ed una rete di fognatura molto incompleta, costrutta parte in legname e parte in muratura.

Non fu che in questi ultimi anni che vennero costrutti i nuovi condotti colla forma ovoidale, mentre le vecchie fognature avevano la sezione rettangolare, coperti da vôlte e colla platea piana o leggermente curvata.

La cattiva condizione della vecchia fognatura, ed il sistema difettoso seguito nella sua costruzione, erano la causa di una grande mortalità (il 38 per 1000) per cui riusciva sommamente urgente un provvedimento radicale per rendere salubre la dimora in quella vasta città. Sia per la nuova fognatura, che per la distribuzione dell'acqua potabile, venne incaricato del relativo progetto l'ingegnere in Capo William H. Lindley che vi ha soddisfatto, presentando nel 1878 il suo elaborato in via di massima. Benchè un tale progetto abbia promosso delle discussioni da parte degli ingegneri, dei medici e degli industriali, ciò nullameno esso fu approvato definitivamente dal Ministero dell' Interno a Pietroburgo.

I lavori di una tal opera si sono incominciati nell'autunno del 1883 sotto la direzione dello stesso ingegnere Lindley, essendosi impiegati due anni negli studj preparatorj, nel rilievo dei piani e nei progetti di dettaglio.

La città di Varsavia è situata sull'altipiano della sponda sinistra della Vistola e nel 1865 aveva 320 000 abitanti collegata col sobborgo di Praga, che trovasi sulla riva opposta del fiume. La comunicazione fra queste due parti si ha col ponte Alessandro il quale serve pei pedoni e col ponte di ferro sulla Vistola.

È divisa in città vecchia, che è irregolare e malamente costrutta, e nella città nuova che possiede dei fabbricati cospicui colle strade bene allineate intercalate da piazze.

Si può considerare la città composta di tre parti distinte. La parte principale è situata all' ordinata da 25 a 30 metri al disopra delle acque ordinarie della Vistola, sopra di un piano conterminato da una parte della sponda del fiume, che ha una pendenza molto forte e che forma una linea di demarcazione assai distinta fra questa e la bassa città. È una pendenza naturale che costituisce la seconda parte della città composta di vecchie costruzioni e degli avanzi delle antiche fortificazioni. Vi si trova anche presentemente una quantità di chiese e delle case che presentano dei modelli di architettura di un' altra epoca. La vista che si ha da questo luogo si estende alla vallata del fiume ed al borgo di Praga, situato come già si disse al basso dell'altro lato della Vistola e si dominano i contorni della città presentando ai passeggeri un panorama interessante che attesta la sua bella situazione.

(1) La descrizione di questa fognatura venne ricavata dalla memoria dell' ingegnere Emilio Sokat, la quale trovasi inserita negli *Annales des Ponts et Chaussées.*

La terza ed ultima parte è la città bassa situata al lungo della Vistola e che nei tempi di piena è quasi totalmente esposta ad essere innondata.

Le strade principali di Varsavia seguono dal sud al nord una direzione paralella al fiume; le strade secondarie vanno dall'ovest all'est, nel senso perpendicolare al thalweg e terminano per la via più breve alle sponde del fiume. Il suolo della città, secondo una tal direzione, ha una pendenza forte, mentre nell'altra direzione parallella al thalweg la declività è meno forte (1).

Descrizione del progetto. — Avuto riguardo a questa configurazione del terreno si presentavano due soluzioni; si poteva perciò: 1.° costruire un collettore generale nella città bassa, seguendo una direzione paralella al fiume coll'assegnare allo scarico la via più breve mediante piccoli collettori laterali ma con molta pendenza; 2.° costruire una serie di collettori sopra tutta la superficie della città nella direzione sud-nord paralellamente al letto del fiume, terminandoli ad un collettore generale il cui sbocco si trovasse fuori a valle lontano dalla città ad un ordinata bastante per poter assicurare un regolare deflusso anche durante le massime piene. Si accettò quest'ultima disposizione in quantoche corrispondeva perfettamente alle condizioni locali; la prima avrebbe impegnato in una spesa molto forte e non permetteva con questo sistema di poter scaricare le acque degli uragani, senza calcolare le difficoltà che si sarebbero incontrate per stabilire il collettore generale nelle condizioni del terreno eccessivamente sfavorevole e sotto una forte pressione delle acque di sottosuolo. Di più il funzionamento di questo collettore generale dipendendo assolutamente dal livello delle acque della Vistola, ed il collocamento di una stazione di pompe al suo sbocco, sarebbe riuscito molto dispendioso.

I tre collettori principali della città, che come si disse hanno una direzione paralella al thalveg del fiume, che chiameremo rispettivamente con A, B, e C. scaricano tutte le loro acque direttamente nella Vistola a valle ed all'esterno della città alla distanza di circa 8 chilometri, nel luogo denominato *Bielang*.

Il vecchio quartiere della città, *Strare miastro*, avrà una rete di fogne con una sezione media, la quale servirà nello stesso tempo la cittadella ed ove la congiunzione col collettore generale si effettuerà fuori della città ed a valle nel luogo denominato *Marimont*.

Il collocamento della canalizzazione della città bassa richiede qui alcuni schiarimenti.

Il collettore principale di questa parte di rete termina ad un livello molto basso e non permette di congiungerlo col collettore generale di Bielang; per rimediare ad un tal inconveniente le acque della fogna, venendo dal nord e dal

(1) Varsavia ha più di 300 strade ed oltre 12 piazze; molte vie sono alquanto ristrette, ma non mancano le larghe e trovansi bene lastricate. Fra le piazze sono principalmente notevoli quelle dette di *Sassonia*, *di Marieville*, della *città del Banco nazionale*, *del Re Sigismondo*. Le piazze ed i giardini occupano circa $1/3$ della città. Si contano più di cento grandi palazzi tra i quali stanno in prima linea il palazzo reale, o castello sopra un'altura in riva alla Vistola; il palazzo di Sassonia con un bel giardino; il palazzo già del primate, il palazzo del conte Potecki; il palazzo Krasinski, ecc. Questa città industriosa ha pure Teatri polacchi e francesi con spettacoli di musica italiana, caffè, bagni pubblici, viali di passeggio ecc.

sud, dovranno finire ad un serbatojo, e di là essere sollevate col mezzo di pompe ad un' altezza di 25 metri nel collettore più basso C. Sarebbe poco razionale nei tempi di grandi piogge di sollevare col mezzo delle pompe tutte le acque di fognatura, già molto diluite, nelle copiosissime acque pluviali; la funzione delle macchine dovrebbe essere limitata inallora allo scarico diretto nella Vistola delle acque di fogna. A tal fine si potrebbe perfettamente servirsi in avvenire di una stazione di pompe situata da più di 30 anni nel luogo indicato, e che attualmente serve ancora in parte ad alimentare la città bassa delle acque del fiume. La situazione di queste pompe si trova in cattive condizioni di servizio; l'acqua che si toglie a valle è inquinata dalle dejezioni che provengono dalla parte a monte della città. Laonde questa stazione, dopo il compimento della nuova distribuzione delle acque, dovrebbe essere soppressa.

Nello spazio compreso fra le tre arterie principali, le quali, come già si disse abbiamo denominate rispettivamente con A, B, C, si costruirà una serie di collettori laterali con rami di più piccole dimensioni diretti dall' ovest all' est.

Per lo scarico delle acque abbondanti degli uragani furono previsti quattro condotti.

La superficie totale da asciugarsi è di ettari	1 737
Se si sottrae la superficie della città alta, che viene fognata coi collettori A, B e C di	1 309
Rimangono Ettari . .	428

che si ripartiscono fra la parte della città in pendenza e la città bassa.

La lunghezza totale della rete progettata è di 145 chilometri, ciò che dà per ettaro $\frac{145\,000}{1737} = 83$ metri di fogna.

La profondità della platea delle fogne non può essere costante: essa varia secondo l'altezza delle strade da 5 a 6 metri. In alcuni punti della città, situati eccezionalmente in alto, questa profondità raggiunge i 9 metri, ma siffatti casi si presentano assai di rado. La minore profondità prevista è di 3 metri. Essa venne ammessa per principio onde stabilire alla fogna una profondità la quale invadendo il sottosuolo delle case le difenderebbe dall'umidità ed assicurerebbe mediante forti pendenze lo scarico verso la fogna pubblica delle acque di cucina, delle pluviali e delle materie fecali, tanto solide quanto liquide.

Una delle condizioni principali per avere una buona fognatura si è quella di assegnare ai canali una pendenza conveniente. Da essa dipende di avere un lodevole deflusso non solo per le grandi ma altresì per le piccole quantità d'acqua, senza che queste ultime possano lasciare dei depositi.

Non è qui necessario di far osservare che nel progetto, di cui ora ci occupiamo, si poterono adottare delle forti pendenze tanto per le diramazioni a piccole sezioni, quanto per le linee secondarie. Non è lo stesso pei collettori i quali relativamente devono avere una declività favorevole. Laonde la pendenza del collettore generale, in tutta la sua lunghezza si è potuto stabilirla a $^1/_{350}$.

Il collettore A (il più elevato) possiede nella parte a monte la pendenza di $^1/_{600}$, che si accresce in seguito a $^1/_{500}$ ed a $^1/_{250}$ per finire a $^1/_{400}$ nella parte a valle.

Attualmente trovasi costrutto tutto il collettore A ed il collettore C sino al suo sbocco nel fiume.

Volume delle acque pluviali. — Lindley ha adottato per Varsavia i seguenti dati:

1.° Per una *pioggia ordinaria* che cade in 12 ore, l'altezza di mill. 6, 25 ossia litri 0, 73 per secondo e per ettaro.

2.° per un *forte acquazzone* che cada in un' ora, l'altezza di millim. 4, 76 ossia 13 litri per secondo e per ettaro.

Queste cifre si applicano alle parti della città interamente fabbricata e bene pavimentata.

Pei terreni esterni della città, occupati da molti giardini, con pochi edifici e che hanno delle strade generalmente non pavimentate, venne ammesso che in un' ora si abbia l'altezza di millim. 3, 19, ossia litri 850 per secondo e per ettaro,

Durante le pioggie torrenziali e di lunga durata la sezione del collettore si trova intieramente riempita; soltanto allora funzionano i condotti di scarico. Per un tempo di pioggia ordinaria le acque non si elevano che a $^2/_3$ dell'altezza sotto la serraglia ossia alle imposte della vôlta.

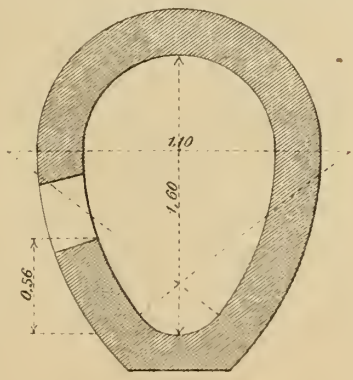
Deflusso delle acque di fogna. — Il volume di queste acque è eguale alla quantità d'acqua filtrata che si consuma nella città.

La nuova stazione dei filtri fornisce attualmente, per una popolazione di 430 000 abitanti, circa 30 000 metri cubici in 24 ore; nondimeno è da osservarsi che dopo l'ingrandimento della nuova stazione delle pompe, come pure della nuova stazione dei filtri, il consumo dell'acqua in avvenire ascenderà a 100 000 m. cubici. Ammettendo che durante le prime otto ore della giornata, la metà di questo volume, vale a dire 50 000 m. cubici, siano convogliati nella fognatura, il numero dei litri da defluire per secondo sarà di litri 1 730 ossia un litro per ettaro

Un rendiconto molto interessante sulla quantità delle acque di fogna venne pubblicato dal Municipio di Berlino. Da un tale documento risulta che la quantità d'acqua tradotta ai campi irrigati è circa il 50 per 100 maggiore di quella dell'acqua propria fornita dalle pompe di Tegel e di Strahtau. Questa differenz

Sezione dei canali di fognatura di Varsavia

Fig. 42



di proporzione si spiega col prendere in considerazione alcune quantità d'acqua provenienti dai pozzi, dalle cadute delle acque meteoriche, infine dalle materie fecali umane e da altre che vanno a congiungersi e che necessita assolutamente di tener conto.

Sezione dei condotti. — Fatta astrazione dei tubi in gres del diametro da m. 0, 30 a m. 0, 38, i canali di fognatura hanno la sezione ovoidale costrutti in mattoni. La sezione alla quale si possono assegnare le più piccole dimensioni costituisce la classe I. Le maggiori dimensioni appartengono alla Classe XI. La fig. 42 rappresenta i condotti della classe VI.

Il rapporto dell'altezza della sezione alla larghezza, per le prime cinque classi è da 3:2, ciò che dà il vero tipo ovoidale: i rapporti per le altre classi sono i seguenti:

Classe VI $^{16}/_{11}$	Classe VII $^{17}/_{12}$	Classe VIII $^{18}/_{13}$
» IX $^{19}/_{14}$	» X »	» XI $^{21}/_{16}$

Chiamando H l'altezza; L la larghezza; $r_1 = a$ il raggio del fondo; $r_2 = 2\,a$, il raggio della vôlta; $r_3 = 6\,a$ il raggio dei lati.

Si ha per le prime cinque classi $H = 6\,a$; $L = 4\,a$;
Per la classe VI e successive $H = 6\,a - 4\,n$; $L = 4\,a - 2\,n$,
ove n rappresenta il valore di 50, 100, 150, 200 e 300 millimetri secondo che si tratta delle classi VI, VII, VIII, IX, X e XI.

Platea o fondo dei condotti. — Per ottenere più che sia possibile una superficie rotonda, liscia e che non abbia sporgenze per appiccicarsi le materie; il materiale generalmente impiegato pel fondo è il calcestruzzo di cemento preparato accuratamente. Questo fondo si compone di prismi della lunghezza ciascuno di circa m. 0, 70. Si fa altresì in muratura di mattoni od in pietra da taglio per le costruzioni speciali. I paramenti al di sopra della platea nel collettore generale sono rivestiti da lastre di gres collocate sopra una malta di cemento; la superficie è liscia e non lascia nulla a desiderare.

Materiali. — I condotti in muratura sono costrutti in mattoni di prima qualità con malta di cemento. Da principio la malta impiegata era formata da una parte di cemento e 3 parti di sabbia della Vistola; attualmente venne sostituita la malta nella proporzione di 1 di cemento per 4 di sabbia. In ambedue i casi i risultati ottenuti furono eccellenti. Si ha la cura che i pezzi in gres, od in calcestruzzo che devono servire di telajo alle bocche di raccordamento colle case, come pure quelli per le acque pluviali, per le lavature ed inaffiamento delle strade pubbliche, siano collocati nei condotti durante la loro costruzione nel luogo che si reputa necessario, onde schivare in seguito l'inconveniente di fare delle breccie nelle pareti nei condotti. I pezzi speciali sono in pietre da taglio, le pietre di granito, le scale, le griglie e le piastre di coprimento in ghisa. Nelle piastre di ricoprimento dei pozzetti di visita o caditoje, sono incassate esternamente dei pezzi di legno con una leggiera sporgenza onde assicurare la loro conservazione ed ammortizzare gli urti delle ruote delle vetture.

Ventilazione. — Per impedire che le emanazioni provenienti dalla fognatura si possano espandere nelle strade è assolutamente necessario che l'aria pura abbia un accesso continuo nei condotti. Per la qual cosa la ventilazione si ottenne primieramente col mezzo di piccoli cammini di ventilazione che si elevano sulla serraglia delle volte e raggiungono il livello della strada. Questi camini sono distanti 45 metri onde facilitare l'accesso dell'aria atmosferica nei condotti; e furono collocati nei punti più alti, ed altresì dovunque si presentò una costruzione speciale, una diramazione, una paratoia con pozzetti di visita; in secondo luogo col mezzo di tubi di scarico delle acque pluviali raccordati a ciascuna congiunzione delle case colla fognatura.

Con siffatta disposizione è facile il comprendere la grande quantità di condotti di ventilazione i quali si elevano al disopra dei tetti delle case e servono alla loro volta allo scarico della massa d'aria viziata proveniente dalla fogna e contemporaneamente ad immettere in essa una grande quantità di aria pura.

Pulimento della fognatura. — Quantunque per ciò che abbiamo detto più sopra il fondo dei condotti abbia di già una pendenza favorevole, non dimeno si sono previste ed applicate delle disposizioni speciali per le puliture artificiali. Venne osservato che nei tempi di un secco prolungato non si deve punto calcolare sulle acque di pioggia per il pulimento, qualunque deposito deve necessariamente essere cacciato con una corrente forte prodotta dal dislivello delle acque di fogna.

Questo sistema di pulimento si può eseguire col mezzo di paratoje e con ventole.

Le paratoje sono in ghisa di una costruzione solida, che hanno la forma del profilo interno del condotto e che la chiudono sia interamente sia ai due terzi soltanto.

Esse possono descrivere un angolo di 90° e prendere, al momento in cui si vogliono usare una posizione perpendicolare all'asse del condotto. La sezione dello stesso condotto, nel luogo ove si collocano queste paratoje, deve essere allargata; l'accesso si è praticato col mezzo di un cammino di visita della forma di un pozzetto con gradini di ferro, situati sotto i marciapiedi e raccordato colla fogna mediante un condotto pendente $^1/_{10}$. Un meccanismo molto semplice permette all'operajo di aprire e di chiudere la paratoja.

Sopponiamo che questa sia chiusa, le acque a monte saranno trattenute dalla paratoja sino ad una certa altezza al disopra del livello delle acque a valle. Il dislivello prodotto contribuisce necessariamente allo spazzamento delle materie solide che si sono depositate al fondo nella parte a monte del condotto. Queste acque possono servire sia per lavare direttamente il collettore principale nella parte a valle, nel qual caso basterà di aprire la paratoja rapidamente affinchè le acque possano defluire; sia ancora per lavare i condotti laterali che si scaricano in questo collettore; a questo fine si usano delle ventole o registri i quali sono chiusi ordinariamente e che si possono muovere dalla strada col mezzo di una catena.

Inallora le acque sono convogliate secondo la direzione ove sembra necessaria la lavatura.

Spetta alle persone incaricate dell'esercizio la cura del processo e delle lavature le quali sono altrettante frequenti quanto è più possibile, e ad intervalli di tempi regolari; soltanto in questo modo si può ottenere un funzionamento esatto ed una conservazione canveniente in tutte le costruzioni.

La disposizione della rete di fognatura permette di pulire i condotti situati a valle, poichè tutti i canali comunicano direttamente fra loro; ed è per conseguenza possibile nel caso di violenti uragani in uno dei quartieri della città di suddividere le acque pluviali e di scaricare rapidamente la parte della rete sommamente ingombrata.

Diramazioni delle fognature. — I punti di incontro di due o tre canali castituiscono delle costruzioni speciali, che si chiamano diramazioni.

Nella costruzione di queste diramazioni si e tenuto conto dell'influenza che esercitano le acque della fogna, provenienti dai condotti laterali, sopra quelle del condotto principale e viceversa. Si riconobbe che la corrente principale può rigurgitare la corrente laterale e diminuire di velocità nel caso per esempio in cui la platea del condotto laterale sia collocata più al basso di quella del condotto principale oppure se la platea del condotto laterale si trovi molto sollevata in guisa che le acque defluenti dal condotto laterale vadano ad urtare contro le spalle del condotto principale.

Si deve altresi temere delle diminuzioni di velocità nel deflusso del condotto principale, quando per esempio la congiunzione del condotto laterale si fa ad angolo retto. Per ovviare a tutti questi inconvenienti si regolano le differenze rispettive dei livelli delle platee in guisa tale che la platea del condotto laterale risulti sempre ad un livello alquanto più alto, di maniera che durante il tempo del deflusso normale dei due condotti la supeficie delle acque costituisca uno stesso piano nei due acquedotti. Onde facilitare più che sia possibile la congiunzione delle due correnti si effettua il raccordamento di queste ultime secondo delle curve il cui raggio venne generalmente fissato per Varsavia a m. 7, 50.

Col mezzo di una calcolazione assai semplice si è determinata tanto la lunghezza della diramazione quanto l'angolo sotto il quale deve aver luogo la diramazione stessa.

Il partitore o sperone, che costituisce l'estremità della congiunzione dei due condotti, va a terminare in uno spigolo vivo eseguito accuratamente; quantunque il costo dell'opera del partitore sia di qualche rilievo nullameno è largamente compensata dai vantaggi che presenta al posto al medesimo assegnato.

Cammini d'ispezione. — Questi cammini sono collocati a determinate distanze direttamente al disopra del condotto e secondo il suo asse onde così facilitare la visita durante l'esercizio e l'esecuzione delle riparazioni che fossero necessarie, come pure l'accesso ai diversi sistemi di paratoje, ventole ecc. per il pulimento dei canali. Nelle strade poco frequentate questi cammini sono collocati sulla stessa carriera; nelle vie strette, ove è grande il movimento delle vetture, i camini vennero situati preferibilmente nei fianchi in maniera che la discesa nel condotto ha luogo sotto i marciapiedi. Il profilo orizzontale di questi cammini è rotondo del diametro da m. 0, 70 a m. 0, 90. La piastra di coperto è di ghisa

munita superiormente da pezzi di legno incassati nelle cavità ottenute col mezzo di robuste nervature; questi pezzi di legno, secondo quanto si è detto precedentemente, hanno una leggera sporgenza onde ammortizzare le scosse delle ruote delle vetture. Per facilitare la discesa degli operai trovansi incastrati nelle murature delle piccole piastre di ferro. Questi cammini sono collocati alla distanza fra loro di 150 metri, distanza che può essere portata anche a 200 metri pei collettori principali ed a soli 100 metri pei condotti secondari.

Bocchette dei marciapiedi. — Il modello impiegato a Varsavia deriva dal tipo normale di Lindley in Francfort sul Meno, avendo però il dovuto riguardo alla maggior profondità a cui raggiunge il gelo.

Queste bocchette sono destinate a ricevere le acque pluviali provenienti dalle strade e dalle cunette che scorrono longitudinalmente ai marciapiedi. Queste acque si scaricano in un pozzetto di calcestruzzo compresso, nel quale si depongono le materie solide, passando di poi per una chiusura idraulica (sifone Jenning's) (1) per scaricarsi nella fognatura col mezzo di un condotto molto pendente formato da un tubo in grès del diametro di m. 0, 20.

La distanza fra loro di queste bocchette dipende dalla quantità massima delle acque da scaricarsi; questa quantità si calcola dal prodotto della metà della larghezza della strada per la distanza compresa fra due bocchette consecutive. Più le pendenze delle strade sono forti, la superficie delle bocchette è maggiore. Una pavimentazione bene unita e serrata obbliga a dover diminuire la distanza delle bocchette. Nondimeno questa distanza non deve essere minore di 45 metri. Non è che in via di eccezione e nelle vie strette che le bocchette sono disposte da un sol lato della strada; in tutti gli altri casi esse sono distanti e disposte egualmente ai due lati della via. Al fondo dei pozzetti si collocano delle tinozze di lamiera di ferro che servono a raccogliere le materie solide trasportate dalle acque che vi defluiscono.

Attualmente (marzo 1888) soltanto 14 case particolari possiedono una canalizzazione (Varsavia conta circa 5500 case) le bocchette, disposte longitudinalmente al ciglio dei marciapiedi, ricevono le acque lorde, i detriti delle abitazioni ed il fango proveniente dalla carriera stradale; per le quali cose le tinozze devono essere vuotate quasi tutti i giorni.

Acque sotterranee. — Durante i lavori si sono prese delle misure affinchè nei terreni acquitrinosi le acque non potessero elevarsi al disopra del livello della platea della fognatura in costruzione. Laddove le pompe non potevano agire e che ne fosse constatato la loro insufficienza, si praticarono delle fognature provvisorie che durarono molti mesi e contribuirono allo scarico delle acque. Allorchè in seguito all'abbassamento del loro livello la fognatura provvisoria cessava di funzionare si sopprimeva il condotto murando l'orificio praticato nel canale stradale.

Costo delle opere. — La lunghezza totale dei diversi collettori che furono compiuti fino a quest'oggi è di metri 18 224. La loro esecuzione impegnò nei

(1) Veggasi la fig. 14, ed alla pag. 343 la descrizione ed il disegno di questa chiusura idraulica.

lavori più importanti, sia sotto il punto di vista delle difficoltà tecniche, sia riguardo alla spesa incontrata.

Rimangono attualmente da effettuarsi i due collettori principali, che abbiamo più sopra indicati colle lettere B e C, vale a dire il secondo collettore intermedio e quello infimo in prossimità alla Vistola. Come pure sono da eseguirsi le fognature laterali di prima e seconda classe ed i tubi in grès. La spesa fatta finora è di Rubli 1 200 000 ossia It. L. 2 400 000, ciò che dà per un medio il costo di L. 131 al metro corrente.

Esercizio. — La spesa annua per la manutenzione e per il pulimento della fognatura non si può conoscere se non che dopo il primo anno di esercizio. Nulladimeno secondo una calcolazione approssimativa essa non dovrebbe essere maggiore di L. 4 000 ossia L. 0, 20 al metro corrente.

FOGNATURA DI FRANCFORT SUL MENO (1).

La città di Francfort S. M. conta in cifra tonda 140 mila abitanti e poggia sopra un terreno di 800 ettari circa, di cui ettari 56 appartengono al centro ove la popolazione per ettaro è di 316 abitanti, mentre nei sobborghi non è che di 106 abitanti.

In causa delle cattive condizioni in cui si trovava lo scarico delle materie fecali e delle acque lorde si pensò di studiare una nuova fognatura il cui progetto venne compilato nel 1865 dall' Ing. Lindley (padre). Nel 1867 se ne inaugurava una parte che aveva costato L. 750 mila.

Subentrato nella direzione dei lavori il Lindley figlio si continuarono le opere di fognatura in guisa che nel 1885 si avevano 150 chilomeiri di fogne che hanno costato 11 000 000, che corrisponde per un medio a L. 75 al metro corr.

Da principio i canali di fognatura non raccoglievano che le acque pluviali essendosi conservate le fosse fisse, mentre non avevansi che litri 22 di acqua per persona, ma in seguito al parere del Pettenkofer si sono ammesse anche le materie fecali abolendo interamente le fosse fisse. Successivamente la quantità d'acqua andò aumentando in causa dei nuovi acquisti fatti dal municipio, ma è da notarsi che malgrado non si avesse che litri 100 per abitante non si verificò alcun inconveniente e ciò dipendentemente dalle risciacquature interpolate che venivano eseguite.

Nel 1878 avendo il Municipio acquistato il servizio dell' acqua potabile, ora vi defluiscono alle fogne 140 litri per abitante.

(1) Estratto della Relazione 20 Novembre 1886 della Commissione nominata dalla Giunta municipale di Torino per studiare e proporre il miglior sistema di fognatura da eseguirsi in quella città.

(2) Il fiume Meno ha la portata di m. c. 6300 all'ora colla pendenza di 1 per 2060. Si riteneva che i 400 o 600 metri cubici all'ora col 2 per % di feci non potessero contaminare le acque del fiume. Ma non fu così, mentre i depositi fatti lungo le sponde del fiume hanno promosso molte lagnanze a cui fu duopo di provvedere.

La città di Francfort insiste parte sulla destra e parte sulla sinistra del Meno, in conseguenza di che vi sono due collettori principali che vanno a scaricare nel fiume (2).

Il piano di fognatura stabilito dal Lindley fu quello di escludere il sistema *perpendicolare* e preferì invece i collettori *longitudinali*, in quanto che non si ha in tal caso che di tradurre le sole acque della zona a monte. Venne separata la parte alta dalla parte bassa costruendo dei collettori in direzione pressochè parallela al fiume, riunendo quelli di ciascuna serie in emissarj speciali. Ai collettori fece convergere le fogne secondarie nella direzione ortogonale al fiume, cioè secondo il massimo declivio. Il Lindley ritiene che è necessario dare alle fogne tanto più pendenza quanto è minore la massa d'acqua che vi deve scorrere.

Per ottenere la risciacquatura dei condotti vennero stabiliti sulla sponda destra tre serbatoj, uno dei quali per la rete alta e due per la rete bassa che hanno la capacità di m. c. 600 i quali si riempiono in un giorno nella stagione piovosa. Col mezzo delle acque di tali serbatoi, e mediante il maneggio delle opportune paratoje, si ottiene una efficacissima lavatura dei canali. Si hanno per questo servizio 440 paratoje o porte; 300 saracinesche e 70 a valvola.

Le spese di esercizio nel 1881 riuscirono le seguenti in cifre tonde.

Per la risciacquatura	L. 10 000	L. 40 000
Per lo spurgo delle bocche della strada . .	» 26 500	
Spese di manutenzione	» 3 500	

Oltre gli emissarj nel fiume delle diverse fogne si trovano anche degli scarichi temporaleschi, di cui se ne hanno 5 lungo le sponde.

Abbiamo detto che la lunghezza totale della rete è di 150 chilometri, essa si compone per metà di condotti del tipo minore e per $^1/_5$ di tubi di terra cotta del diametro da met. 0, 32 a met. 0, 25. Per questi tubi la minor pendenza è dell' 1 per cento.

Gli emissarj hanno le dimensioni di m. 1, 95 per m. 1, 50; i collettori di m. 1, 80 per m. 1, 20; di m. 1, 56 per m. 1, 02; di m. 1, 35 per m. 0, 95; di m. 1, 05 per m. 0, 68; Le chiaviche secondarie di m 0, 90 per m. 0, 60 della grossezza di metri 0, 12. Il fondo è costituito da mattoni compatti.

La forma delle chiaviche è sempre ovoidale, colla pendenza di uno sopra 2000 per l'emissario; e pei collettori varia da 1 sopra 40 e da 1 a 1100. Essi trovansi alla profondità del terreno da metri 3, a met. 10.

La costruzione delle chiaviche è tutta di mattoni orditi con malta di cemento portland. Le loro fondazioni sono in calcestruzzo.

Per la visita delle fogne, che sono costantemente sorvegliate anche le più piccole di m. 0, 90 per m. 0, 60, si hanno dei pozzetti i quali, nei collettori sono posti alla distanza da metri 180 a 200; ed a 80 metri a 100 sulle chiaviche delle strade. Essi trovansi lateralmente alle fogne, muniti di scale di ferro e coperti con lastre di ghisa. Questi pozzetti si trovano in tutti gli incrociamenti e nei cam-

biamenti di direzione e di pendenza. Nei tratti a tubi invece vi sono dei pozzetti a lampade alla distanza da m. 35 a 40, formati da tubi del diametro di m. 0, 20. I pozzetti di ispezione sono 700.

In quanto alla fognatura domestica l'amministrazione civica ha emanate delle apposite istruzioni colle quali furono prescritte le chiusure idrauliche alle latrine ed agli acquai, ma escludono le chiusure idrauliche nelle fogne per lasciare libera la circolazione dell'aria per tutta la fognatura interna.

Le bocchette destinate a ricevere le acque dalle strade, che trovansi al ciglio dei marciapiedi, i quali sono rialzati, hanno le chiusure idrauliche e dei pozzetti profondi m. 2, 20 del diametro di m. 0, 45; che sono destinati a raccogliere i depositi e dai quali l'acqua defluisce per un tubo del diametro di m. 0, 15 ricurvo a sifone coll' imbocco a m. 1, 30 sotto il suolo. Al fondo vi era altre volte una cassetta mobile per l' estrazione dei depositi: attualmente lo spurgo dei pozzetti si eseguisce coi metodi ordinari. La distanza delle bocchette è da 35 a 40 metri.

La ventilazione dei canali di fognatura si ottiene coi tubi delle acque pluviali e coi doccioni delle latrine prolungati fino al tetto e che comunicano colle fogne. Lindley ritiene che con questi mezzi si produce lo stesso effetto di un cammino del diametro di 19 metri alto 15 metri; e che l' aria assumendo in essi la velocità di metri 0, 60 per secondo, rinnova quella che esiste nell'ambiente delle fogne 30 volte al giorno.

Vi aggiunse altresì alla distanza da 25 a 40 metri dei chiusini di ventilazione situati alla sommità del vôlto delle fogne della superficie libera di metri 0, 23. Nel dubbio che in determinate condizioni dell'admosfera dall'esistenza di questi chiusini ne potesse derivare un richiamo dei gas mefitici all' esterno credette prudente di elevare sopra due di essi dei cammini di ventilazione della larghezza di metri 1, 40 e dell'altezza di 30 metri, uno dei quali è nella città alta, l'altro nella bassa città.

La Commissione Torinese nominata dal municipio, che esaminò attentamente la fognatura di Francfort trovò di dichiarare che tale fognatura ha corrisposto pienamente al suo scopo ed ha soddisfatto i desiderj ed i bisogni della popolazione, cosicchè poteva riuscire di modello per altri lavori simili.

Non si trovò di dover fare che un solo rimarco per ciò che riguarda l'immitenza delle acque cariche di materie solide nel fiume Meno. Queste materie deponendosi sulle sponde ed inquinando in parte anche le acque hanno dato motivo ad una grande quantità di lagnanze da parte degli abitanti che si trovano nei paesi a valle dell'abitato di Francfort. Gli è perciò che si sono fatti molti studi onde provvedervi fra i quali vi fu pur quello di depurare le acque sia chimicamente che meccanicamente, riunendo altresì fra loro questi due processi, siccome venne prescritto dall' autorità Governativa di Berlino. A tal fine vennero costrutti dei grandi bacini di chiarificazione intorno ai quali non si hanno delle notizie positive.

Ma questi provvedimenti, anche secondo l' opinione di Lindley, non possono considerarsi come assolutamente efficaci, ma soltanto dei palliativi, mentre il miglior mezzo di chiarificazione è quello di impiegare le acque nell' irrigazione.

FOGNATURA DI BRUXELLES.

Si compone Bruxelles della città propriamente detta, che ha 175 mila abitanti dei sobborghi con circa 200 mila abitanti, Vi è quindi un agglomerazione di ìrca 400 mila abitanti sopra una superficie di terreno di ettari 6933 che corisponde prossimamente a 577 persone per ettaro.

A Bruxelles si avevano dapprima le vecchie chiaviche mal costrutte che caricavano le sole acque pluviali nella Senna ed esistevano i pozzi neri per le atrine. Nel 1853 avendo la città acquistata dell'acqua potabile in ragione di 8 litri giornalieri per abitante si pensò di mandare alle chiaviche anche le eiezioni. Se non chè questo scarico nel fiume produsse delle esalazioni pestifere pecialmente durante l'estate. Fu in conseguenza di ciò che le autorità Goverative e comunali si sono decise ad eseguire la fognatura che esiste attualmente che fu costrutta dal 1867 al 1875.

In questa costruzione vennero trasformate alcune delle vecchie chiaviche ed ggiunte un grandissimo numero di nuove. Queste ultime hanno la sezione ovoi ale larghe da metri 1, 33 a met. 1, 55, dell'altezza di met. 2. Il fondo è più epresso dal suolo stradale di metri 4, e la pendenza giammai minore di 0, 30 er chilometro. Sono formate di mattoni dello spessore di metri 0, 18 colla conavità al fondo il cui raggio varia da 0, 33 a 0, 45, secondo l'ampiezza del conotto. Tanto il fondo quanto le spalle sono rivestite di cemento fino all'imposta ella vôlta.

I collettori hanno la forma simile agli *egouts* di Parigi, vale a dire colle anchine laterali larghe m. 0, 75 e la cunetta centrale larga da metri 1, 20 a ietri 1, 70, colla concavità di metri 0, 50 di saetta.

La grossezza del vôlto alla serraglia è di m. 0, 28. I collettori sono sette e anno a finire in un emissario dello stesso tipo colla cunetta largo m. 2, 20. Ina gran parte di questi collettori non ha la pendenza superiore di m. 0, 30 er chilometro, motivo per cui le cunettte sono munite di rotaie sulle quali scorono dei vagoni paratoie simili a quelli di Parigi per lo sgombro dei depositi ol mezzo degli operaj.

Anche per le fogne secondarie da ultimo costrutte, che hanno una pendenza iinore di m. 0, 011, ed anche nelle vecchie fogne, quando la loro altezza non a minore di 1 metro occorre di sgombrare gli interrimenti che si formano oll'impiego degli operaj. Questo sgombro viene favorito mediante un getto d'acqua olla *lancia* alimentata dalla più vicina bocca d'incendio.

Le fogne non ammettono nel loro interno i tubi del gas e dell'acqua potabile è i fili telegrafici, telefonici od altro.

Le bocche d'immissione delle strade sono nella massima parte fornite da hiusure idrauliche. E gli sbocchi delle fogne secondarie sono di regola a livello elle banchine.

Al centro dei collettori trovansi distribuiti dei pozzetti d' ispezione, alla distanza fra loro di 50 metri circa, coperti con una lastra di ghisa traforata per ottenere la ventilazione.

Il grande emissario della fognatura si trova alla distanza di circa 5 chilometri da Bruxelles ove incontra il pelo d'acqua del fiume, che in tempo di piena è più alto da metri 1,55 a metri 4,90 dello sbocco dello stesso emissario.

Questo stato di cose ha obbligato all' impianto di macchine per lo scarico delle acque di fogna a valle allorquando in tempo di piena del fiume viene preclusa con una paratoja la comunicazione tra l' emissario e lo stesso fiume. Queste macchine si tengono in azione per facilitare, coll'aumento del battente, il funzionamento del vagone-paratoja negli ultimi 3 o 4 chilometri dell'emissario, il che avviene per due giorni ogni quindicina.

La fognatura di Bruxelles venne cominciata nel 1869 e terminata nel 1875 essendosi incontrata la spesa di 27 milioni di franchi.

La fognatura domestica non è disciplinata a dovere e sembra che in molte parti sia difettosa. I canali di scolo sono rettangolari in muratura della luce di m. 0, 30 per 0, 36 e qualche volta formata da tubi di gres del diametro di m. 0, 23, colla pendenza che spesso è minore dell'uno per cento. In questi condotti vanno a defluire le latrine e gli acquai; ciascuna immissione è distinta ed è munita da chiusura idraulica.

Le canne delle latrine non sono provvedute di ventilatore che si prolunghi al disopra del tetto; ma tutti i cessi sono disposti verso un cortile od un giardino, ed hanno una finestra delle dimensioni di metri 0, 50 per metri 0, 70.

Le spazzature delle strade, a differenza di quanto si pratica a Parigi, vengono tolte e trasportate con carri all' esterno della città.

Allo spurgo periodico dei collettori e dell'emissario, che insieme hanno la lunghezza di 18 chilometri, non si impiegano che 20 operaj compreso il macchinista ed il fuochista. Lo stesso numero di operaj serve per il rimanente delle fogne della lunghezza di Chil. 108. La spesa annua di manutenzione è di Fr. 60 000.

La Commissione nominata dalla giunta municipale di Torino per lo studio dei diversi sistemi di fognatura fin qui applicati, dalla cui relazione abbiamo ricavate come si disse le presenti notizie, trovò di dichiarare che non ostante la necessità di sopra elevare le acque e non ostante lo spurgo che si deve in parte effettuare artificialmente con operaj e con mezzi meccanici, ciò nullameno riconobbe che le condizioni generali della fognatura a Bruxelles sono soddisfacenti e condussero i cittadini alla soppressione spontanea di tutte le fosse fisse.

Per altro è d' uopo soggiungere ad onore del vero che da questa breve descrizione della fognatura di Bruxelles si scorge che dessa è ben lontana di trovarsi nelle buone condizioni d'igiene che si richiedono in giornata; e vi scapita assai quando la si confronta colle più recenti fognature che da ultimo furono eseguite specialmente in Germania.

In fine è da notarsi che dietro le asserzioni fatte da quell'ingegnere municipale signor Van Mierlo la quantità d'acqua defluente nei condotti di fognatura non è che di 125 litri per abitante, costituita dai 78 litri di acqua potabile e da 47 litri che si toglie dai pozzi e dalle cisterne delle quali è fornita la città.

FOGNATURA DI DANZICA.

Più volte in questo scritto abbiamo richiamata la fognatura di Danzica siccome quella che già da molti anni presenta un funzionamento regolare, per cui abbiamo creduto opportuno di dare qui un piccolo cenno intorno alla medesima.

La città di Danzica trovasi alla distanza di 4 chilometri dal Baltico ed è posta sul piccolo fiume Motlau navigabile con piccoli legni.

Fino dal 1869 questa città venne provveduta di acqua potabile nella misura da 120 a 160 litri per persona, per cui in una misura quanto basta per ottenere uno scarico pronto delle materie fecali col mezzo della fognatura a corrente continua.

Questa fognatura fu progettata nel 1869 dagli ingegneri Wiebe, Veit-Meyer e Baldwin Latham ed eseguita nel 1871.

Si compone di 37 chilometri di tubi di terra cotta compatta e forte del diametro variabile da 0, 235 a m. 0, 520 con pendenze da 0, 0100 a 0, 0017 posti alla profondità da 2 a 6 metri. Inoltre vi sono i collettori della lunghezza di circa 4 chilometri che hanno la sezione ovoidale, alti da m. 0, 94 a m. 1, 41 con larghezze da m. 0, 63 a m. 0, 94, aventi le pendenze ordinarie di m. 0, 667 per chilometro ed in via eccezionale di m. 0, 417.

Le immissioni private sono obbligatorie.

Seguendo il sistema inglese vi è un pozzetto di ispezione ad ogni incontro delle fognature ed a ciascun cambiamento di direzione. Nei pozzetti si trovano le paratoje per regolare la risciacquatura delle fogne, sia con acqua propria sia con apposite prese dalla condotta d'acqua. In 20 giorni e con soli 6 operaj si eseguisce la risciacquatura dell' intero sistema.

Tutte le acque di fogna sono sollevate ed inviate alla distanza di 3 chilometri dalla città ad irrigare le dune tra la Vistola ed il Baltico, le quali furono cedute per 30 anni ad una Società contro l'obbligo dell'esercizio della manutenzione della canalizzazione e delle macchine elevatrici. Prima di giungere a queste trombe le acque passano per un *estrattore* che le spoglia delle materie grosse non diluite come ha luogo a Croydon e ciò col mezzo di un apparecchio immaginato dall' ingegnere Baldwin Latham.

FOGNATURA DI MILANO.

In Milano la fognatura stradale sino al giorno d' oggi, si può dividere in tre categorie cioè: 1.° Nella fognatura destinata esclusivamente per le materie fecali e per le acque lorde; 2.° Nella tombinatura per raccogliere e smaltire le acque pluviali delle strade e quelle derivanti da molti acquai; 3.° Nella fognatura di randi dimensioni da ultimo costrutta sia per raccogliere le acque pluviali sia

per servire allo smaltimento delle nevi col mezzo di una corrente d'acqua che vi si immette momentaneamente all'evenienza del bisogno.

Alla prima categoria non appartengono che gli acquedotti sotterranei denominati *Canali Seveso,* i quali con un andamento quasi circolare sottopassano i quartieri più popolati della vecchia città. Sembra con qualche ragione che questi canali nella maggior parte del loro corso siano le antiche fosse coperte da Massimiano Erculeo (1).

Nei canali Seveso vi defluiscono gli scoli provenienti dalla superficie di circa un chilometro e mezzo quadrato ove si trovano 169 strade, della lunghezza di circa chilom. 18 con differenti larghezze e quindi della superficie di circa m. q. 156 000. La popolazione sull'accennata superficie è di 67 000 abitanti distribuiti in 2100 case. Si hanno quindi 450 abitanti in media per ciascun ettaro (2).

I canali Seveso si suddividono in sette rami che prendono le seguenti denominazioni cioè; 1.° Canale civico di P. Garibaldi; 2.° Grande canale Seveso; 3.° Piccolo Seveso; 4.° Canale di Borgonuovo; 5.° Vetra; 6.° Canale di Porta Romana; 7.° Canale Vetabbia.

Tutti questi canali sono alimentati da un corpo d'acqua che si estrae dal naviglio della Martesana in due luoghi, cioè l'uno presso il tombone di S. Marco laddove il Naviglio entra nella città, l'altro dalla fossa interna poco al disopra del ponte Marcellino. Quest'ultima derivazione serve particolarmente pel canale di Borgonuovo di cui al n. 4. Il corpo d'acqua estratto dal Naviglio Martesana è di once Magistrali 12 corrispondenti a m. c. 0, 420. L'altro derivato dal naviglio o fossa interna è di once magistrali 7 ossia m. c. 0, 245. In complesso quindi nei canali Seveso si ha un volume d'acqua corrente di metri cubi 0, 665 per minuto secondo.

Riunite le acque dei primi cinque canali in una sola tombinatura, questa attraversa la piazza della Vetra e sottopassando per sifone la fossa interna va ad immettere nel canale Vetabbia, che è lo scaricatore di tutti gli accennati acquedotti le cui acque appena fuori di Milano sono dirette all'irrigazione dei prati (3). La portata della Vettabbia si calcola di metri cubici 0, 945.

Il primo degli accennati canali, cioè il canale civico, ha lo sviluppo di 2170 m. colla larghezza al fondo che varia da m. 2, 50 a m. 3. Il grande e piccolo Seveso, il canale di Borgonuovo e quello della Vetra, hanno uno sviluppo totale di met. 6000 ove le larghezze al fondo variano da met. 1 a met. 6. Il canale di Porta Romana ha la larghezza di un metro ed anche meno e la lunghezza di circa 1400 metri.

Finalmente il canale Vetabbia è lungo 500 metri ed è largo da 7 ad 8 metri. Si ha quindi una rete totale di canali della lunghezza approssimativa di m. 10 000 colla pendenza media che in molte tratte è inferiore al 0, 50 per mille, ma che si spinge in altre tratte dal 2 al 3 per mille.

(1) Vedi alla pag. 36.

(2) TAGLIASACCHI. — *I canali Seveso e Vetabbia e la fognatura della parte centrale di Milano.*

(3) I prati irrigati colle acque di fognatura provenienti dalla Vetabbia, che sono a marcita, secondo le osservazioni ripetute fatte dall'ing. Manzi danno annualmente, in cinque tagli, quint. 1113, 69 di erba per ettaro corrispondenti a quint. 278 circa di fieno. È questo una produzione prodigiosa che è dovuta in teramente alla natura delle acque.

In alcuni canali vi sono dei salti e fra di essi quello situato nella via del Palazzo Reale il quale serve al movimento di una ruota idraulica che anima un meccanismo diretto ad elevare l'acqua per la fontana situata sulla piazza omonima.

Come abbiamo osservato più sopra la tombinatura dei canali Seveso ha delle larghezze assai differenti le quali non sono giustificate nè dalla quantità delle acque che deve convogliare nè dalle materie scaricate. In molti luoghi essa non è accessibile che assai difficilmente epperò le riparazioni diventano imperfette e costose. Non vi è alcuna platea e la muratura delle spalle è tale da lasciare trapelare dovunque le acque inquinate.

Gli igienisti sanno che nei canali di fognatura per il regolare deflusso delle acque torbide richiedesi che le pareti ed il fondo siano bene unite, liscie ed impermeabili senza scabrezze affinchè le materie travolte non siano arrestate ne si appiccichino alla muratura, od al fondo le quali in seguito fermentando emanano quei miasmi cotanto nocivi alla salute. Ora le condizioni in cui si trovano i canali Seveso sono tutt'altro che convenienti ad ottenere questo regolare deflusso siccome abbiamo osservato (1).

In tale stato di cose non è punto da meravigliarsi se le case fiancheggianti siffatti canali, oppure che sono sottopassate, siano umide e malsane e l'acqua potabile inquinata.

Un'altra specie di fognatura sarebbe la fossa interna, la quale benchè serva agli usi della navigazione, ciò non pertanto vi scaricano in essa le latrine e le acque lorde delle case fronteggianti. Inoltre si aggiungono le pluviali delle strade laterali con tutte le lordure che vi trasportano.

Questo canale non avendo in molte tratte che la pendenza del 0,34 per mille ne deriva che i corpi solidi ed anche le materie fecali non diluite si arrestano al fondo, per cui durante il tempo, qualche volta molto lungo, nel quale hanno luogo gli spurghi queste materie esposte all'aria ed al calore vanno in putrefazione e quindi emanano esalazioni incomode e morbose e danno luogo perciò a continue lagnanze.

Per rendere più abominevole questo stato di cose si aggiungono le torbide provenienti dal torrente Seveso, il quale entra nel Naviglio della Martesana appena fuori di Milano e da cui deriva la fossa interna, in guisa tale che le torbide depositansi al fondo del canale, si accumulano fuor di misura insieme ai detriti ed alle materie organiche per cui impegnano in un lavoro assai lungo per estrarle durante il quale le esalazioni deleterie sono insoffribili.

Per far cessare questo stato di cose il Municipio ordinò già tempo che ve-

(1) In conseguenza dei gravi inconvenienti che derivano dalla condizione attuale della fossa interna, che è una vera cloaca scoperta ed ove la velocità dell'acqua non è bastante per trasportare le dejezioni e le materie solide, vi furono molti ingegneri che hanno propugnata la soppressione della stessa fossa, procurando di dimostrare, con argomenti abbastanza speciosi, che attualmente la navigazione non ha più alcuna importanza e che in ogni modo si potrebbe provvedere ad essa mediante un nuovo canale da aprirsi all'esterno della città. È un quesito assai complesso che merita tuttavia di essere studiato e maturato dalle persone competenti nella materia. Frattanto il municipio per rendere più tollerabile il naviglio ha trovato opportuno di far costruire la platea in cemento idraulico, intonacando del pari in cemento le sponde fino all'altezza a cui giungono le acque.

nissero soppresse le immitenze dalle latrine, lasciando però sussistere le acque lorde dei lavandini e le lavature delle strade con che il provvedimento non è peraltro sufficiente sotto le viste igieniche (1).

La seconda categoria dei canali e fognatura consiste nelle tombinature longitudinali collocate sull'asse delle strade le quali sono destinate a raccogliere ed a tradurre all'esterno le acque pluviali che cadono sulle stesse strade, quelle dei tetti e dei cortili delle case che vi fronteggiano.

La costruzione di siffatti canali venne ordinata coi decreti Vice Reali del primo Regno d'Italia 11 Agosto 1808 e 3 Febbraio 1809. Essi però non dovevano servire che per raccogliere le acque pluviali defluenti sulla strada e quelle cadenti dai tetti delle case. Però i proprietarj delle stesse case erano obbligati a far costruire a loro spese i tubi per immettere le acque nei condotti stradali.

Malgrado siffatta restrizione di uso dei canali alle sole acque pluviali non si sa comprendere come l'autorità edilizia abbia potuto di poi permettere che vi si immitessero nella fognatura stradale anche le acque lorde degli acquai non calcolando le tristi conseguenze che potevano emergere alla salute pubblica dal raccogliere e stanziare nei condotti tali acque, le quali insieme alle immondizie stradali costituivano una miscela di sostanze in continua fermentazione con esalazioni morbose.

E siccome in queste tombinature non vi scorre alcuna quantità di acqua, ad eccezione delle pluviali, le quali poi sono insufficienti a tradurre le materie solide, ed in ogni caso avvengono ad intervalli ed a periodi spesso lunghissimi, così le

(1) L'ingegnere Tagliasacchi, che per molti anni fu assessore al Municipio di Milano, in una Memoria dal medesimo letta al Collegio degli ingegneri in Milano si dice:

« Le condizioni tecniche, dei canali Seveso non potrebbero essere peggiori. Nel lungo giro anulare che ho già retro accennato essi corrono quasi sempre coperti, ma in molti posti là dove entrano nelle proprietà private essi sono ancora scoperti ».

« La copertura dove esiste venne eseguita in gran parte in tempi remoti per il bisogno della viabilità giacchè la libera circolazione sarebbe impossibilitata in quasi tutte le vie alle quali sottopassano i canali quando essi non fossero coperti. In varie tratte però la copertura originaria dovette essere rifatta per ammaloramento, ovvero per nuove sopravvenute circostanze che consigliarono a cambiare in qualche piccola parte la originaria sede del canale.

« Queste rifusioni o nuove costruzioni vennero eseguite senza che fosse stabilito un tipo unico di sezione; ma le sezioni varie furono delineate come consigliarono le condizioni locali ed il raccordamento colle parti vecchie che erano da conservare.

« La originaria sede siccome quella di una fossa di difesa ha l'impronta del parallelismo al limite dell'abitato d'allora e non mancano le vestigia dei salti in rientranza e sporgenza delle opere fortilizie.

« Quando i canali hanno cominciato a servire di fognatura per le case che vi erano erette di sopra o che lambivano le vie sovrastanti ai medesimi le materie vi si sono fatte cadere direttamente nell'alveo dove il canale trovasi in luogo opportuno; ma laddove la tromba di caduta non corrisponde direttamente al canale allora si è aperta in una sponda un ramo morto; e così si è formato un bacino di acqua necessariamente stagnante per ricevere le dejezioni, le quali col tonfo della loro caduta erano l'unica causa di agitazione dell'acqua stessa.

« Di regola il fondo non ha pavimentazione nè buona nè grama, ma è nello stato di natura, in quelle poche tratte dove è pavimentato il suolo è in condizioni pessime sia per il naturale ammaloramento, sia anche per la trascurata costruzione originaria.

« Insomma il tutto assieme di questi canali costituisce uno stato di cose la cui tolleranza non può essere perdonabile ».

stesse materie solide o semiliquide vi stagnano e producono al fondo una specie di melma viscosa, putrida e pressochè conforme alle materie dei pozzi neri. Per la qual cosa ad ogni tratto, ed almeno una volta all'anno, è necessario di estrarla col mezzo degli operaj, andando essa ad ostruire una gran parte della luce della tombinatura. Inoltre si emanano delle esalazioni morbose durante la stagione estiva, le quali escono dai fori delle bocchette di scarico delle acque per la fermentazione continua.

Ad eccezione degli acquedotti che hanno la larghezza di 0, 75 e l'altezza di un metro, i quali sono coperti da vôlte di mattoni, per tutti gli altri la copertura è di lastre di granito e le più piccole di lastre di bevola. — La platea è di mattoni in coltello oppure di lastre di ardesia.

La sezione di tali tombinature essendo rettangolare, colle spalle costrutte con mattoni, ordite con calce grassa, ne deriva necessariamente che i liquidi inquinati che vi defluiscono e vi dimorano, trapelano con facilità dovunque e vanno ad invadere il terreno circostante e le sorgenti d'acqua potabile, le quali trovansi così inquinate e del tutto insalubri.

In seguito alle indagini fatte nel 1885 da una Commissione nominata dalla Società italiana d'igiene per intraprendere uno studio sulle fognature di Milano, essa riconosceva che gli accennati acquedotti stradali « si trovavano in pessimo « stato e non erano meno nocivi delle fogne dei pozzi neri e pericolosi alla « pubblica salute. Non si è mai curato nè si cura oggi della costruzione di « essi sotto le viste dei precetti sanitari. E questa negligenza è in parte la con- « seguenza della scarsa importanza igienica che ad essi si attribuisce. L'acqua « che vi scorre, quando non è alimentata da una grande quantità di pioggia, stagna « e carica come è di materie organiche riesce per le sue esalazioni perniciosa.

Ne consegue da ciò che dalle analisi fatte instituire dalla nominata Commissione sulle acque potabili dei pozzi esistenti in Milano $^3/_5$ di essi sono di qualità cattiva, perchè inquinate dai pozzi neri e dalle fognature delle strade, cosicchè la massima parte degli abitanti di questa opulenta città è costretta di usare delle acque nocive alla loro salute.

La terza categoria dei canali di fognatura si è quella nella quale i condotti sono destinati non solo a ricevere le acque pluviali provenienti dalle strade e dalle case, ma altresì un corpo d'acqua che vi si immette per lo smaltimento delle nevi che vengono spazzate dalle strade e dai cortili.

Questa classe di fognatura, che venne principiata nel 1869, consiste in un condotto di forma ovoidale tracciata con tre centri ove l'asse maggiore è di 2 m. ed il minore di m. 1, 50. Le pendenze longitudinali variano da m. 0, 50 al 3 per mille. Lo stesso condotto è costituito da calcestruzzo di cemento idraulico. in diverse tratte fuso sul posto, ed in altre formato da prismi lasciati convenientemente indurire. La grossezza delle spalle e della vôlta è costante di m. 0, 30.

Questa conduttura misura ora la lunghezza di 3765 m. e si trova quasi sempre sull' asse delle strade (1).

(1) Bignami Sormani. — *I canali di fognatura di Milano.*

La forma ovoidale che fu adottata corrisponde a quella seguita nella massima parte di tali fognature ad eccezione però che al basso in luogo di terminare in un cunicolo per conservare un deflusso uniforme nelle variazioni del corpo d'acqua, trovasi invece una platea piana della larghezza di m. 0, 40 formata da lastre di pietre.

In conseguenza della strettezza delle strade in cui venne costrutta una tale fognatura, e dipendentemente dalla grande profondità a cui doveva essere collocata per potervi immettere l'acqua corrente pel trasporto delle nevi, non era possibile, o quanto meno sarebbe riuscito di un grave disturbo alla viabilità ed al commercio, se questo canale si fosse costrutto all'aperto; si trovò quindi la convenienza di eseguirlo in galleria a somiglianza di quanto si pratica nei trafori delle montagne, coll'aprire dei pozzi alla distanza fra loro da 30 m. a 60 metri per far ascendere e discendere i materiali e per il passaggio degli operai. In tal caso furono impiegati esclusivamente i prismi di calcestruzzo. Il costo di una tale fognatura fu:

Colla costruzione all' aperto al met. lin.	L.	67, 50
» » in galleria	»	138, 00

Un altro tratto di fognatura, della lunghezza di met. 1071, venne costrutto nel 1884 nei sobborghi di Porta Garibaldi, che principia alla Via Farini e termina al canale Redefossi. Essa percorre la Via Giuseppe Ferrari e Melchiorre Gioja, attraversa il corso Como e sottopassando il naviglio della Martesana si scarica nel Redefossi. Lo scopo di questa fognatura è per dar esito alle acque sorgenti e pluviali che andavano ad invadere la strada provinciale Vallassina, e ad accogliere le pluviali delle strade e delle case, ma furono escluse le materie escrementizie.

Il condotto nella massima parte ha la forma ovoida il cui asse maggiore ossia l'altezza è di m. 1, 80 e la larghezza massima all' imposta di met. 1, 50. Vi sono però due tratte nelle quali si sono sostituiti dei tubi di calcestruzzo, che per metri 50 sono a tre ordini del diametro di 1 metro e per metri 60 in cinque ordini del diametro di metri 0, 70.

Il profilo longitudinale è disposto sotto tre livellette; la prima ha la pendenza dell' 1, 50 per mille, la seconda del 2, 25, e la terza del 4, 60 per mille, pendenze assolutamente eccessive, se si vuole, ma obbligate dalla disposizione altimetrica del terreno.

Il costo medio di questa fognatura non fu che di L. 130, 72 al metro corrente, cifra veramente tenue avuto riguardo che una gran parte venne costrutta in galleria, trovandosi a molta profondità, ed avuto altresì riguardo che una tale fognatura si trova quasi sempre nel dominio delle sorgive, le quali era duopo di dover espellere col mezzo delle pompe.

Per la costruzione delle tratte in Galleria fu necessario l' uso dei pozzi che si sono praticati alla distanza fra loro da 25 metri a 30 metri.

Nella fognatura in calcestruzzo costrutta nell'interno della città dopo il 1869, quantunque sia stata destinata particolarmente per tradurre le acque pluviali, e per il trasporto delle nevi usando momentaneamente di una data quantità d'acqua di cui si è potuto disporre, ciò nullameno furono immesse le acque lorde dei lavandini ed alcune dejezioni, motivo per cui necessita di eseguire annualmente lo spurgo dei condotti col mezzo degli operai, ciò che torna sommamente disagevole ed incomodo alla popolazione.

In seguito all'approvazione del piano regolatore venne altresì accolto dal Consiglio Comunale il progetto di eseguire la fognatura nel nuovo corso che si doveva aprire dal Cordusio al foro Bonaparte onde ottenere la più diretta comunicazione dalla piazza del Duomo ai nuovi quartieri.

In questa fognatura si sono adottate le proposte fatte dalla Commissione nominata dal Sindaco, dietro incarico del Consiglio Comunale, la quale aveva il compito di studiare i diversi sistemi fin quì seguiti nei canali di fognatura della città e proporre di poi quello che essa riputava il migliore.

Le proposte della Commissione vennero nettamente tracciate in una lunga relazione presentata alla Giunta municipale, opinando essa che venisse accolto il sistema della canalizzazione a circolazione continua, il quale indubbiamente meritava di essere preferito siccome abbiamo precedentemente accennato (1).

In base a tali proposte veniva compilato il relativo progetto che si approvò dal Consiglio Comunale nel maggio del 1888 (2).

Il nuovo condotto di fognatura si divide in due tratte le quali hanno caratteri e dimensioni diverse. La prima tratta ha origine poco dopo l'edificio dell'arena e percorre in seguito alcune vie del nuovo quartiere al foro Bonaparte, e va a terminare al piccolo canale Seveso che sottopassa al principio del nuovo corso ove va ad immettere nella seconda tratta. Ha la lunghezza di circa 1000 metri e la sezione di forma ovoidale coll'asse maggiore di metri 1, 32 e colla larghezza di metri 0, 70. Le pareti e la vôlta sono grosse metri 0, 18. Esso costò L. 29 al metro corrente, escluso lo scavo di terra.

La seconda tratta, che qui esamineremo più particolarmente, percorre il nuovo corso Sempione e va a sboccare nel canale di fognatura che esiste presso la via dei Mercanti e comunica col canale Seveso. La sua lunghezza è di 462 metri in cifra tonda ed il dislivello dall'uno all'altro estremo è di metri 0, 86.

Questa tratta di canale è disposta sotto due livellette, la prima delle quali della lunghezza di met. 294 colla declività dell'1, 50 per mille; l'altra lunga metri 167, 60 colla pendenza di metri 1, 90. Con siffatte pendenze si potrebbe avere adunque il trasporto sollecito delle acque lorde e delle materie fecali, qualora però vi fosse un corso d'acqua continuo che l'esperienza ha trovato

(1) Ecco le parole testuali usate dalla Commissione nelle sue conclusioni « La Commissione giudica « che date le condizioni di Milano il sistema di fognatura detta del *tout à l'égout* sia il migliore sotto « ogni riguardo ».

(2) Il progetto della nuova fognatura venne compilato dall'ingegnere Poggi dal quale si calcolò la spesa di L. 144000 per la sua attuazione.

necessario. Si nota peraltro che allo stato attuale non si hanno a disposizione per la fognatura se non che gli scoli delle acque potabili che si sono tradotte recentemente in servizio di quel piccolo quartiere. Queste acque vengono estratte dal sottosuolo posteriormente all'arena in via di esperimento e nella quantità che finora non è bene determinata.

Il nuovo condotto di questa seconda tratta ha il suo fondo al principio all'ordinata 116, 97 sul livello del mare, mentre il terreno è a 121,699. Ed alla fine l'ordinata del fondo è a 116, 11. Tale condotto non ha altrimenti il carattere di quelli che si chiamano *tout a l'égout* ma è soltanto destinato ad accogliere le materie liquide e solide delle latrine, le acque lorde degli acquai e le pluviali della strada e delle case contigue. Sono quindi escluse le spazzature e gli avanzi solidi pei quali ogni casa deve provvedersi di un apposito immondezzaio. Si escludono altresì i tubi di condotta delle acque potabili, quelli del gas, i fili elettrici, ecc. ecc. inquantochè comprendendo tali servizii si andava incontro all'inconveniente di dover costruire un canale troppo grande e peggio ancora ad accumulare e riunire diversi servizi che per la loro natura richiedono l'intervento di molti aperaj in uno stesso luogo, ciò che l'amministrazione comunale voleva assolutamente schivare.

La forma della sezione trasversale di una tale fognatura è ovoida in conformità alla precedente tratta; ma la sua altezza è di metri 1, 80 e la larghezza di metri 1, 20. Il tracciamento di questa sezione si ebbe con archi di cerchio a quattro centri, corrispondente a quella adottata nella fognatura di Berlino, la quale presenta molti vantaggi in confronto delle altre forme.

Il condotto è costrutto interamente in calcestruzzo, formato con cemento idraulico artificiale, sabbia e ghiaja il quale venne fuso sul posto sopra una centinatura di tavole. La grossezza delle pareti e della vôlta è costante di m, 0, 22 ed il fondo ha l'altezza o grossezza di m. 0, 30, la cui base inferiore è piana nella larghezza di m. 0, 80 con che si ha una maggiore stabilità nel condotto.

Per poter ovviare agli spurghi dei depositi che si formano quasi sempre al fondo delle fogne in causa della sabbia, dei detriti e delle materie solide che non possono essere trasportate dalla corrente, si trovò di introdurre opportunamente il sistema delle sture, collocando ad intervalli dalle paratoje col mezzo delle quali si può elevare l'acqua a monte per una data misura ed in seguito scaricarla istantaneamente, in guisa di ottenere la lavatura automatica della fogna senza che occorra l'intervento degli operaj (veggasi la fig. 43). È questo un sistema che venne praticato assai utilmente a Varsavia, a Francfort ed in diverse città della Germania ove il corpo d'acqua disponibile non era bastante per il trasporto delle materie solide e pesanti. Lo stesso mezzo presso a poco si scorge impiegato nel risciaquamento di molte tratte della fognatura di Parigi coll'uso del vagone paratoja, il quale però ha il grave inconveniente di richiedere il concorso degli operai (veggasi la fig. 36).

A Bruxelles per evitare gli effluvi dei sedimenti insieme a quelli delle materie che si attaccano alle pareti, si adottarono gli intercettatori delle bocchette stradali.

Ciò nullameno tanto a Parigi quanto a Bruxelles i gas putridi uscenti dagli acquedotti hanno costretto a chiudere le stesse bocchette stradali.

Pozzetto - paratoja - Fognatura di Milano

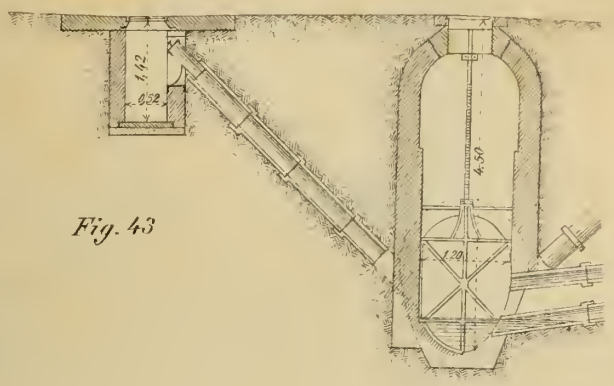


Fig. 43

Nel nuovo corso Sempione le paratoje sono cinque, delle quali due collocate alle estremità, vale a dire una al principio, l'altra a metri 462. Le intermedie sono disposte a metri 160; metri 298 e 378 dal principio. Esse sono di ghisa dell'altezza di met. 1, 20 andando a collimare inferiormente colla curva del condotto, cosicchè ne seguono il contorno. Per il movimento di tali paratoje trovasi applicata un' asta a dentiera, la quale va ad ingranare una vite perpetua, di cui è fornita, con un' altra asta verticale che si innalza sino quasi al livello della strada. Girando una tal asta, col mezzo di una manovella, la paratoja si solleva o si abbassa a norma del bisogno.

Al luogo delle paratoje si innalza un pozzetto di sezione rettangolare, di lato metri 1, 52 per 1, 00, il quale serve non solo per comprendere la paratoja allorquando essa è sollevata, ma altresì per discendere gli operaj nella fognatura onde poter eseguire le opere di manutenzione di cui abbisognasse. Questi pozzetti sono coperti da una lastra di ghisa delle dimensioni di met. 0, 60 per m. 0, 70, chiusa a chiave. Questo canale di fognatura con tutti gli accessorii costò L. 43 al metro corrente, escluso lo scavo del terreno ed il suo trasporto.

Abbiamo detto che i tubi del gas, i fili elettrici ed i condotti d' acqua potabile furono esclusi dai canali di fognatura, abbandonando così il sistema del *tout a l'égout*, che venne adottato nella grande fognatura di Parigi. Ora nella fognatura di Milano, se si eccettuino i tubi di condotta del gas i quali per quanto sembra si vogliono internare nel suolo stradale, gli altri condotti e fili elettrici dovrebbero collocarsi in due piccole gallerie che corrono lungo le fronti delle case.

Queste gallerie sono larghe m. 1, 12 ed alte met. 1, 85 in guisa tale da poter essere praticate comodamente dagli operai (veggasi la fig. 44).

Ortogonalmente a queste gallerie e per ciascuna casa vi è un cunicolo per comprendere i canali della fognatura domestica, non che i condotti di scarico delle pluviali che defluiscono dalle fronti delle case come vedesi indicato nella

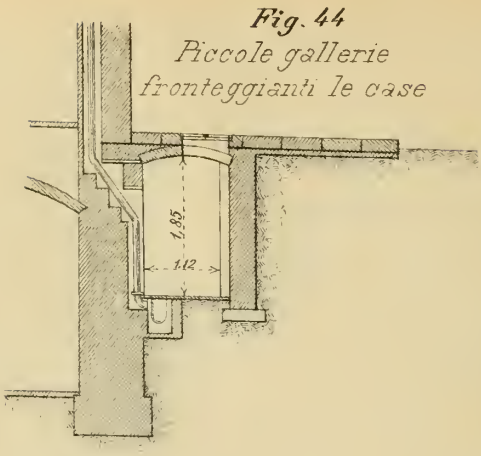
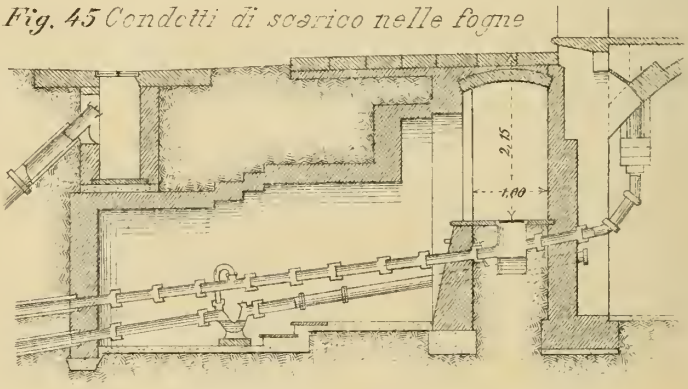


Fig. 44
Piccole gallerie fronteggianti le case

fig. 45. Questi condotti delle pluviali andando a scaricare superiormente al livello delle acque di fognatura servono ad ottenere una energica ventilazione

Fig. 45 Condotti di scarico nelle fogne



nei canali di fogna, quando i tubi verticali siano spinti al disopra dei tetti delle case.

Il vantaggio di queste piccole gallerie è per sè evidente, in quantochè:

a) i tubi di condotta in metallo ed i fili elettrici si trovano all'asciutto e non esposti ad essere danneggiati alle esalazioni dei gas putridi delle fogne;

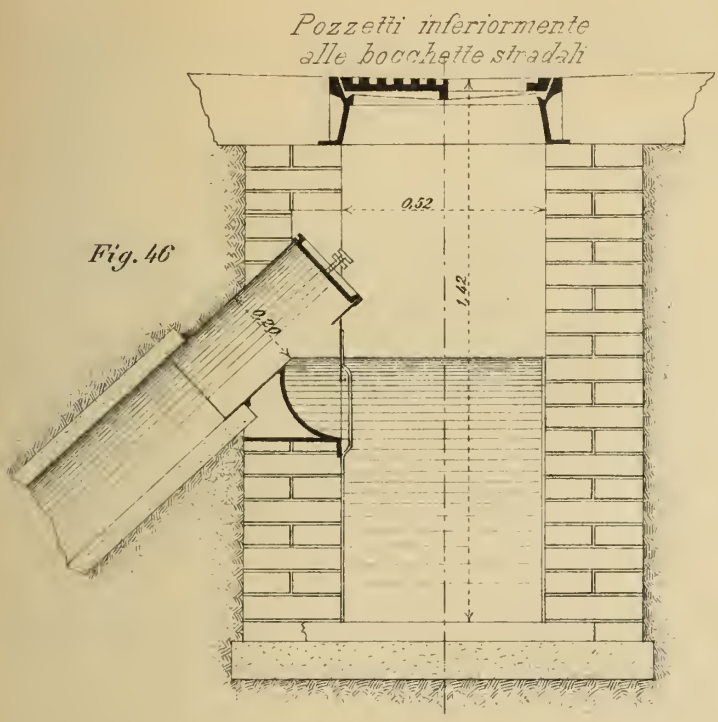
b) si ottiene una maggior salubrità delle case e particolarmente del piano terreno allontanandosi l'umido proveniente dal terrapieno stradale;

c) si rendono facili e pronte le riparazioni e gli sgombramenti dei condotti domestici di cui abbisognassero.

Di fronte a tutti questi vantaggi la spesa occorrente per la costruzione di tali gallerie riesce minima non impegnando che circa L. 30 al metro corrente. La costruzione di queste gallerie è a carico dei proprietari.

Le acque di pioggia che cadono sulla strada vengono raccolte in appositi pozzetti col mezzo di bocche forate di ghisa, in seguito a che sono convogliate nel canale di fognatura come si vede dalla fig. 46.

Per impedire possibilmente l'ingresso delle sabbie e dei detriti nella fognatura, e per ovviare che le esalazioni morbose della stessa fognatura contaminino l'ad-



mosfera a danno della salute pubblica, trovasi una chiusura idraulica all'imboccatura del tubo di scarico, come si scorge dalla citata figura, mentre il fango e la sabbia si arrestano al fondo del pozzetto, che vengono dipoi tolte di tratto in tratto. Questa chiusura consiste in un pezzo di ghisa, di facile collocamento. e che permette la pulitura del tubo stando sulla strada.

In seguito all'allargamento della via *Cesare Correnti*, già S. Simone, avvenuto nella primavera del corrente anno 1889 venne costrutto anche la fognatura nella lunghezza di m. 300 ai quali furono aggiunti altri m. 170 per congiungersi colla preesistente fognatura del corso di Porta Ticinese. Questo nuovo tratto di fognatura consiste in un canale di forma ovoidale alto m. 2,05, della larghezza massima di metri 1,20, colle pareti e colla vôlta dello spessore costante di metri 0,22.

Fognatura domestica. — Al piede di ciascun tubo verticale che traduce l'acqua dei tetti trovasi un pozzetto di deposito in cui si raccolgono le lavature sia che il condotto sfoghi direttamente nella fogna stradale, sia che immetta nella tubazione generale dell' edificio. Nel primo caso non vi è alcuna comunicazione fra il pozzetto e l'aria esterna: nel secondo caso invece l'aria deve ascendere liberamente lungo il condotto verticale. Inoltre tra il pozzetto ed il condotto della fognatura vi è una chiusura idraulica. Vedasi la figura.

Ove esistono dei cortili, i cui scoli si vogliono convogliare nella fognatura, il

pozzetto destinato a raccogliere questi scoli deve essere chiuso con una valvola idraulica, sia che il deflusso succeda direttamente nella fognatura, sia che abbia luogo col mezzo della conduttura domestica.

In corrispondenza allo scarico di ogni latrina, acquajo, bagno e lavamano vi è una chiusura idraulica o sifone, e ciò per intersecare la comunicazione col tubo di scarico.

Il sifone è ventilato in corona, cioè collegato nella sua parte superiore ad una canna aperta all'aria libera.

Ogni gabinetto di latrina è provveduto da un serbatojo d'acqua che viene usata per una prima lavatura e che serve a mantenere la chiusura idraulica del sifone sottoposto al sedile. In tal guisa si impedisce la diffusione dell' aria mefitica ascendente lungo il tubo di scarico delle materie (1).

Le ordinarie lavature non sono sempre sufficienti a tenere sgombro il sifone ed il canale di scarico, per cui si deve ricorrere alle abbondanti cacciate d'acqua. A questo scopo si collocano negli stessi serbatoi delle latrine dei sifoni automatici mediante i quali in pochi istanti si smaltisce tutta, oppure in gran parte l'acqua raccolta. Questi sifoni si vuotano automaticamente tosto che abbia raggiunto un determinato livello. Nella fig. 34 trovasi delineata la sezione di questi sifoni.

Contemporaneamente alla costruzione di una tale fognatura lo scarico delle acque domestiche e delle materie fecali venne disciplinato da un apposito Regolamento che fu approvato dalla giunta Municipale nella seduta del 5 giugno 1888, previa l'autorizzazione del Consiglio Comunale.

Fra le diverse prescrizioni contenute in questo Regolamento accenneremo soltanto quelle che riguardano particolarmente l'igiene, che qui riportiamo.

Art. 3. — La diramazione privata condurrà alla fogna le acque di pioggia e gli scoli degli acquai, bagni, lavatoi, orinatoi e latrine. È assolutamente vietato di far entrare nella fogna le spazzature, ed in generale gli avanzi solidi, i quali devono essere raccolti in apposito immondezzaio. Per tutti i residui liquidi delle officine e degli stabilimenti industriali in genere, dovranno osservarsi le norme che la giunta municipale riservasi di determinare per ogni singolo caso, avuto riguardo alle esigenze dell' igiene non che alla conservazione delle fogne pubbliche.

Art. 4. — Nessuno può procedere al collegamento della fognatura domestica colla stradale prima di aver riportata l'approvazione del progetto di fognatura dello stabile. Nel termine prefisso di un mese, dalla presentazione della relativa istanza, la Giunta Municipale pronuncierà il suo voto sul progetto stesso e comunicherà al proprietario, sia l'approvazione, sia le modificazioni che credesse necessario di apportarvi.

Il progetto conterrà:

a) il piano d'assieme delle proprietà, nella scala di 1 a 500, coll'indicazione delle aree fabbricate e di quelle a corte od a giardino.

(1) Dall' ingegnere Wazon, si sono istituite delle esperienze intorno alla quantità di aria che entra nei gabinetti di latrina col mezzo del tubo di scarico, allorquando il suo imbocco non è munito di chiusura idraulica. In una casa a sei piani, chiusa la finestra del locale di latrina al primo piano, nè aprì l'uscio che per via di altri passaggi comunicava con una camera, la cui temperatura era di 18°, mentre l'esterna era a 3°. Ebbene si trovò che in un' ora erano entrati 114 m. c. di aria viziata.

b) la pianta nella scala di 1 a 100 del piano inferiore o sotterraneo di ogni fabbricato che debba collegarsi alla fogna stradale, coll' indicazione dell'andamento della canalizzazione domestica, diametro dei tubi, pendenze non che colle indicazioni dei materiali impiegati nelle condotte.

c) la sezione del caseggiato, nella scala di 1 a 50 dal sotterraneo al tetto in corrispondenza ad un sistema di latrine, bagni, acquai e serbatoj d'acqua;

d) i particolari in iscala di 1 a 10 dei principali apparecchi sanitarj, coll' indicazione del loro modo di posa in opera.

I tipi devono essere redatti a regola d'arte e potranno essere respinti quelli che non lo fossero. Porteranno la firma del proprietario, dell'autore del progetto e di colui che ne assumerà l'esecuzione.

NB. La quotazione della fognatura nel progetto di cui sopra deve essere riferita al piano del marciapiede in corrispondenza all' innesto nella fogna pubblica.

A semplice richiesta l' ufficio fognatura fornirà le quote di imbocco nella fogna stradale ed i tipi di massima sui quali devono modellarsi i progetti di fognatura domestica.

Art. 6. — Terminati i lavori della fognatura domestica il proprietario, o chi per esso, deve chiederne la visita di collaudo che l'autorità comunale farà eseguire entro giorni 10 dalla presentazione dell' istanza relativa. Soltanto dopo l'emissione dell' ordinanza favorevole la fognatura domestica potrà essere attivata.

Art. 7. — Non sarà emesso il collaudo se contemporaneamente alla fognatura domestica non sia completato l'impianto della condotta d'acqua che ad essa deve servire, e non sia provato coll' esibizione del relativo contratto d' acquisto, che la quantità d' acqua disponibile corrisponda alle esigenze della fognatura domestica.

Art. 8. — I tubi di caduta delle latrine devono avere un diametro interno di 10 centimetri, essere di ghisa o di *gres*, escluso quindi il cemento e la terra cotta usuale, quantunque verniciata.

Le unioni dei tubi debbono essere a perfetta tenuta ed i loro raccordi e diramazioni sotto un angolo non minore di 135.° La minima pendenza tollerata sarà del 5 per cento.

Art. 9. — Le saldature dei giunti per i tubi di *gres* sono prescritte con cemento idraulico per i tubi di ghisa con piombo colato e compresso, oppure con minio, quando i condotti siano verticali.

Le tubazioni nelle località ove sono temibili cedimenti di fondo debbono essere posate sopra uno strato di calcestruzzo.

Negli attraversamenti dei muri le tubazioni si collocheranno entro canne apposite ed isolate dalle pareti dei muri stessi, ed in ogni modo sottratte e protette opportunamente contro ogni eventuale loro pressione.

Ovunque occorre saranno disposte aperture di ispezione con opportuni chiusori.

Art. 10. — Al di sotto di ogni vaso di latrina si deve porre un sifone, od altra chiusura idraulica riconosciuta adatta, per intercettare la comunicazione diretta fra il vaso della latrina ed il tubo di scarico. Il sifone dovrà essere ventilato in corona attaccandosi ad un tubo di ventilazione prolungato fino al disopra del tetto, osservate le prescrizioni di cui agli articoli seguenti.

Art. 11. — Il tubo di scarico, col quale ogni latrina deve comunicare, sarà prolungato sino al tetto e terminerà in un torrino spinto al disopra della più alta finestra di abitazione, tanto della casa a cui serve, quanto delle vicine a cui potrebbe recare molestia.

I tubi di ventilazione devono essere, quanto più è possibile, prossimi alla verticale; non saranno ammesse assolutamente nemmeno piccole tratte orizzontali negli accordi sotto un angolo minore di 135°.

La connessione di tali tubi coi camini di opifici non potrà concedersi che in via affatto eccezionale.

Art. 12. — Ogni latrina deve essere munita della propria cassetta d'acqua con sfioratore e sifone od altro mezzo di cacciata. La capacità della cassetta deve essere tale da permettere una lavatura con un deflusso di a meno 6 litri d'acqua per volta.

Art. 13. — È assolutamente vietato riunire i serbatoj delle latrine alla condotta d'acqua pota-

bile, e molto meno di stabilire sulla condotta stessa la presa del tubo che serve alla lavatura della latrina (*).

Art. 14. — Nella costruzione delle latrine a valvola, così dette *all'inglese*, è fatto obbligo del sifone al piede del tubo di caduta prima che questi si raccordi al resto della tubazione; ed in ogni caso deve provvedersi a che durante lunghe assenze dall'appartamento si mantenga e si rinnovi tratto tratto l'acqua nel vaso della latrina.

Ogni stanzino di latrina deve essere provveduto di una presa d'aria all'esterno e di una canna di ventilazione collocata in un muro interno della casa. Nelle latrine molto frequentate si potrà fare al pavimento il foro per lo scolo delle orine ma dovrà essere munito da sifone alimentato da un continuo filo d'acqua.

Le pareti delle latrine saranno, fino a metri 1, 50, di stucco lucido o marmo. La copertura di legno è proibita. Il plafone deve essere intonacato. Il pavimento dovrà essere impermeabile e sono quindi esclusi i pavimenti di legno o di pianelle di cotto.

Art. 15. — Giusta il disposto dell'artic. 66 del Regolamento edilizio per gli acquai è proposto l'uso di materiale non poroso. Se gli acquai immettono direttamente nel tubo delle latrine devono essere provveduti di un sifone intercettante la comunicazione col condotto di scarico, non che una scatola di deposito per la separazione del grasso.

Se parecchi acquai fossero serviti da una speciale canna di scarico si potrà, ove questa canna sia riparata dal freddo ed abbia il diametro almeno di centimetri 5, porre un solo separatore del grasso al piede della canna stessa e prima della sua immissione negli altri condotti di fognatura privata.

Art. 16. — L'attraversamento della strada coi tubi collettori della fognatura domestica, deve essere fatto entro ad un cunicolo di muratura praticabile costituito secondo i tipi che l'amministrazione comunale fornirà e secondo le prescrizioni particolari che saranno del caso.

La costruzione del cunicolo deve farsi a cura ed a spese del privato, ed il Comune, dopo il collaudo, ne assumerà la proprietà e la perpetua manutenzione.

Art. 17. — Nel nuovo corso (Sempione) e nelle altre strade in cui il Comune lo crederà necessario il privato dovrà costrurre a sue spese un corritojo lungo la fronte della casa giusta il tipo e le prescrizioni che saranno date dall'autorità comunale. Questo corritojo, o intercapedine, è destinato a contenere la condotta d'acqua potabile, di gas non che quelle della luce elettrica, telefoni ecc. ecc.

Il Comune dovrà poi fare a sue spese i prolungamentti di questi corridoj in corrispondenza all'attraversamento delle strade laterali e dopo il collaudo delle opere eseguite dal privato, esso entrerà in proprietà di tutta l'opera, assumendo l'obbligo della sua perpetua manutenzione.

Art. 18. — Nella tubazione posta entro il cunicolo, di cui all'artic. 16 sarà, interposto un sifone intercettatore fra la condotta di scarico e la fogna stradale.

Tanto questo, quanto gli altri sifoni di cui è parola nel presente Regolamento, debbono essere visitabili.

Art. 19. — Per tutti gli stabilimenti che forniscono in quantità grande le materie grasse o saponose, come le lavanderie, le cucine degli alberghi, le macellerie, fra il condotto privato e la fogna deve interporsi un serbatojo di separazione del grasso.

Similmente un pozzetto di deposito deve essere interposto fra le condotte di questi stabilimenti che impiegano sabbia nella pulitura di attrezzi od altro.

Art. 20. — La presa d'acqua, sia per i bagni, sia per i soli lavamani, se fatta direttamente dalle condotte d'acqua potabile non potrà mai essere collocata al di sotto del bagno o del lavamano, ma sempre al disopra dello sfioratore di cui ognuno di tali apparecchi deve essere munito: così pure il solo tubo di scarico deve essere provvisto di sifone ventilato in corona.

Art. 21. — Le immissioni delle acque di pioggia delle corti, entro la tubazione generale, debbono aver luogo a mezzo di appositi apparecchi da approvarsi dall'amministrazione municipale.

Art. 22. — L'amministrazione ha il diritto di mandare i propri incaricati a visitare la cana-

(*) Il motivo di questo divieto sta in ciò che nel caso di interruzione nel servizio dell'acqua possono essere aspirati nella condotta i gas provenienti dalle latrine.

lizzazione ed apparecchi nell'interno delle case. Verificandosi difetti di esecuzione disposizione o manutenzione la Giunta municipale ne ordinerà la correzione. Non ottemperando il proprietario entro il tempo determinato dall'intimazione, il sindaco valendosi della facoltà accordatagli dall'artic. 104 della legge comunale e provinciale, potrà ordinarne d'ufficio l'esecuzione dell'opera riscuotendo dal proprietario il rimborso delle spese nei modi di legge.

Art. 23. — La concessione di immettere la fognatura domestica nel collettore generale è soggetta alla tassa fissa di L. 35 ogni metro lineare di fronte della casa.

Art. 25. — La tassa annuale, che ogni proprietario ammesso a scaricare la fognatura domestica nella stradale, deve pagare quale contributo nella spesa che il comune deve sostenere per lo spurgo e manutenzione dei canali di fognatura, è stabilita nella misura di L. 0, 07 per ogni metro d'area coperta in ogni piano.

Progetto per la fognatura generale della città. — Il tratto di fognatura che abbiamo più sopra descritto, e che a quest'ora trovasi nella massima parte costrutto, non è che l'iniziativa dei maggiori lavori da eseguirsi per la fognatura generale della città il cui progetto doveva essere studiato e maturato a cura del Municipio, giusta le determinazioni prese dal Consiglio Comunale.

Nella tornata del 27 Dicembre 1888 il Sindaco di Milano nell'atto che presentava al Consiglio una Relazione sull'andamento amministrativo seguito nell'ultimo quinquennio, trovò del pari di occuparsi dei lavori della fognatura facendo conoscere il risultato degli studj intrapresi ed a grandi tratti le massime fondamentali che si erano stabilite a questo riguardo.

Ecco quanto venne detto nella stessa Relazione.

« In base al voto della Commissione stata eletta fra gli uomini più competenti veniva determinato che la fognatura di Milano dovesse tutta coordinarsi al sistema del *tout-à-l'égout*. Ora, dato il principio, la prima ed esenziale questione era di trovare alle acque di scolo uno sbocco naturale e sufficiente. Sulle prime si era pensato che questo sbocco dovesse trovarsi nel Lambro meridionale, ma nuovi e più precisi studi hanno persuaso che se il Lambro poteva servire allo sfogo di qualche zona occidentale, tutta la città interna, coi suoi subborghi settentrionali ed orientali, avrà nell'antico canale di Vetabbia uno scaricatore più facile e già preparato dalla natura e dagli uomini.

« Se non che questo canale non è sufficientemente profondo per servire di collettore di tutta la regione, per cui vi sarà la necessità di costruire un altro canale il quale vada a mettere bensì foce nella Vetabbia ma più avanti a valle dei tre molini di Vigentino.

« Con questo lavoro si otterrà di abbassare di m. 3, 50 la canalizzazione della città interna al Naviglio e di estendere la possibilità della fognatura a tutta la zona recinta dai bastioni ed anche ai quartieri settentrionali, compresi fra il Corso Loreto ed il viale Sempione. Questo grande collettore partirà dal corso Magenta accogliendo gli scoli dei nuovi quartieri, e provvisoriamente anche quelli della nuova piazza d'armi; poi seguirà le vie di S.ª Maria alla Porta, S. Maria Fulcorina, S. Sepolcro, delle Asole; attraverserà la via Torino sottopassando al canale di fognatura esistente. In questo punto riceverà lo scolo di questo stesso canale e insieme le acque del nuovo corso sopprimendo la provvisoria immissione nel Seveso. Quindi percorrerà la Via Unione, il corso di

Porta Romana di Porta Vigentina; provvedendo agli scoli del nuovo quartiere militare di Porta Vittoria seguirà la Via Ripamonti e attraversata la ferrovia di circonvallazione continuerà in cavo aperto sino allo sbocco in Vetabbia.

« Questo sarà il condotto maestro e fondamentale del sistema e finchè non siano enormemente sviluppati i quartieri suburbani potrà bastare a quasi tutta la città. Ma nel piano generale si è immaginato un secondo collettore il quale avrà pure il suo sbocco in Vetabbia ma più al sud presso Nosedo e servirà allo sfogo dei quartieri orientali dal Rondò di Loreto al corso Lodi.

« Se non che come dicemmo questo secondo lavoro potrà essere ritardato fino al giorno in cui quei quartieri avranno preso un considerevole sviluppo potendosi in via provvisoria immettere nel primo collettore anche gli scoli della zona più vicina alla mura. In relazione a questi lavori fondamentali saranno coordinati naturalmente i lavori parziali che si eseguiranno man mano che la città si anderà svolgendo. È questo il piano dell'opera a cui si darà inizio nell'anno entrante, quando però siano dal Consiglio approvate le convenzioni coi due consorzi di Seveso e di Vetabbia l'una e l'altra già in via di avanzata trattazione e prossima ad essere conchiusa. Quanto all'acqua da immettere in questo sistema di fognatura si è potuto, con opportune esperienze, accertarsi che, in attesa dell'acqua che deve giungere a pressione, l'attuale competenza del Seveso e sopratutto i ricchissimi strati di acqua che si trovano a piccola profondità a nord e ad ovest della città e quindi all'estremo più alto della linea di massima pendenza, potranno opportunamente condotti bastare alla lavatura della rete di fognatura.

« Lo studio ha confermato ciò che la Commissione aveva di già asserito; le condizioni idrografiche della città di Milano la rendono specialmente adatta all'applicazione del sistema pel quale la fognatura di una città si riduce ad un complesso di scoli continui che vanno a mettere foce in lontani collettori. Milano si adagia sovra un gran piano inclinato da nord-ovest a sud-est; nel lato più alto di questo piano ha strati di acqua di grande potenza; nel lato più basso i due grandi collettori della Vetabbia e del Lambro. Ecco gli elementi che la natura ci ha forniti e coi quali siamo venuti ai risultati che vi ho sommariamente descritti (1).

FOGNATURA DI NAPOLI (2).

L'Amministrazione municipale di Napoli preoccupandosi delle condizioni poco igieniche in cui si trovava la città e considerando che nelle principali città di Europa si andavano compiendo dei lavori per la fognatura delle acque lorde e delle materie fecali, come altro dei mezzi pel risanamento delle città, nel 1873

(1) Relazione del sindaco di Milano al Consiglio Comunale nella seduta del 27 Dicembre 1888.

(2) La massima parte delle notizie che vengono qui date intorno a questa fognatura furono desunte dalla pubblicazione fatta dal Municipio di Napoli sotto il titolo: *Studi e proposte per la esecuzione del progetto definitivo della fognatura generale della città di Napoli.*

faceva studiare il quesito dalle persone più eminenti e più istrutte del paese per conoscere la loro opinione a tale riguardo (1).

Effettivamente l'antica rete dei canali di scolo andavano in parte a scaricare in mare nell'interno del porto, ma per la loro insufficienza, per la poca pendenza e per la vicinanza delle acque sotterranee questi condotti anzichè servire di scarico funzionavano da pozzi assorbenti producendo così nei quartieri bassi quello stato morboso i cui effetti si fecero sentire eminentemente nelle ultime epidemie e particolarmente in quella del 1884.

L'invito dell'Amministrazione municipale non andò perduto, giacchè molti ingegneri fecero diverse proposte a tale riguardo fra le quali vi era pur quella di seguire il sistema admosferico ideato dal Liernur, che a taluno sembrava il più adatto per Napoli.

Nella grande differenza di opinioni che si manifestò intorno a questi progetti l'amministrazione comunale nel 1877 non trovò di far meglio che di nominare una Commissione di tecnici presieduta dal Prof. Tommasi onde assopire le discussioni accademiche che si erano fatte e venissero da essa presentate delle proposte pratiche e concrete per avere l'ideata fognatura.

Il risultato degli studi intrapresi da questa Commissione fu quello di stabilire le massime principali da adottarsi nel progetto di fognatura le quali consistevano.

1.° Che i canali da costruirsi avessero una circolazione continua dell'acqua in quantità bastante per trasportare tutte le materie.

2.° Che venisse costrutta una fognatura unica tanto per le acque pluviali, quanto per le materie fecali.

3.° Che venisse collocato lo sbocco in un punto lontano dall'abitato.

4.° Che fossero gradatamente aboliti i pozzi neri.

Benchè tali proposte fossero il risultato di molte indagini e di lungo studio nullameno diedero luogo a non poche discussioni e modificazioni, le quali furono tradotte in un progetto compilato dagli ingegneri municipali e pubblicato nel 1883. Con un tale progetto si proponeva.

a) Un collettore per le acque pluviali delle colline.

b) Un collettore urbano da Foria a Piedigrotta lungo 4426 metri.

c) Quattro fognoni nelle zone alte e medie della città che affluissero nel detto collettore.

d) Due collettori nei quartieri bassi.

e) Dei meccanismi per innalzare i liquidi dal quartiere basso al collettore urbano.

f) Un emissario generale da Piedigrotta a Licola girando i campi Flegrei

g) Scaricatori delle acque meteoriche nel collettore urbano.

h) Suddivisione delle fogne affluenti ai collettori e profili dei condotti a forma ovoidale. — Efflusso ordinario delle acque metri cubici 100 000 in 24 ore.

Questo progetto fu esaminato da un'altra sotto commissione che anch'essa vi

(1) Precedentemente all'indicata epoca il prof. Marino Turchi aveva trattato nel 1862 la quistione dell'igiene pubblica di Napoli.

trovò il bisogno di qualche cambiamento e di alcune modificazioni, mediante le quali veniva stabilito.

1.° Che le acque pluviali delle colline venissero scaricate direttamente al mare.

2.° Che per tutta la città la rete di fognatura fosse a sistema unico con acqua continua.

3.° Che fosse eseguito l'emissario diretto a Licola della lunghezza di chil. 17.

Sottoposto un tale progetto alle deliberazioni del Consiglio Comunale nella tornata del 6 Febbrajo 1885, esso venne approvato. Se non che inoltrato in seguito il progetto stesso all' esame del Consiglio superiore dei Lavori pubblici questo trovò di dover fare alcune osservazioni, le più importanti delle quali riguardavano:

La convenienza di eseguire il collettore alto e l' emissario verso Licola con un livello più basso di quello progettato.

La convenienza di deprimere il livello del collettore medio per modo di accrescere le zone tributarie.

La convenienza di applicare un diverso sistema di fognatura nella parte bassa, affinchè le acque meteoriche di questa zona, insieme a quelle del collettore medio si scaricassero direttamente in mare con altra canalizzazione.

Prese in attento esame le accennate osservazioni e fatte le opportune indagini sulla quantità delle pioggie, sulle acque domestiche e su quelle provenienti dal Serino, si riconobbe la necessità di introdurre nel progetto le seguenti aggiunte, vale a dire:

Che si ritenesse la fognatura bassa colla circolazione promiscua e la foce a Coroglio, mantenendo gli scarichi di sicurezza per le acque meteoriche.

Che venisse fognata la parte bassissima della città col sistema separatore, immettendo le feccie e le acque lorde in appositi condotti da sollevarsi con macchine nel collettore basso, scaricando le acque meteoriche col mezzo degli attuali condotti riformati od aumentati.

Che le dimensioni dei collettori fossero stabilite colla massima pioggia ordinaria di millim. 30 all'ora sull'intero bacino, ma che si accumulasse in guisa di valutare l' erogazione per soli millim. 15.

Per determinare le dimensioni delle cunette destinate a tradurre le materie cloacali si calcolò sulla quantità massima del liquido che dovevano convogliare. Questa quantità si è ricavata ritenendo che per ciascun ettaro di superficie colante vi fosse la popolazione di 600 abitanti, con un rifiuto di 200 litri d'acqua al giorno, comprese le dejezioni, e che della stessa quantità venisse smaltita una metà nel termine di 6 ore. Con tale ipotesi emerse che per ciascun ettaro di zona abitata vi era uno scarico nella fognatura di litri 2, 777 al minuto secondo, ritenuto che le pendenze dei condotti non fossero giammai inferiori al 5 per mille.

In base a questi principi venne definitivamente compilato il progetto di esecuzione, conservando però nei collettori le banchine per poter percorrere sempre in asciutto i canali di fognatura, condizione che venne ripetutamente ritenuta imprescindibile agli ingegneri di Napoli.

Furono così stabilite le grandi arterie o linee principali per la fognatura nei seguenti modi.

1.° Collettore delle acque pluviali per le zone in collina.
2.° Due Collettori urbani, uno alto e l'altro medio.
3.° Rete di 1.° ordine (fognoni) affluenti al collettore alto.
4.° Scaricatori di piena per ambedue i collettori.
5.° Vasca a Piedigrotta.
6.° Emissario con foce a Cuma.
7.° Scaricatore con foce a Coroglio.

L'importo di questi lavori risultava delle seguenti cifre:

Collettori per le pluviali	L.	772 800, 70
Altre grandi arterie più sopra indicate . . .	»	10 980 823, 00
Totale	L.	11 753 623, 70

Dopochè venne approvata questa spesa si procedette all' appalto deliberando

I lavori del ramo orientale per le pluviali all' impresa Mele e Bellini per	L.	173 736, 90
Il ramo occidentale all' impresa Minozzi per	»	173 736, 90
Ed alla stessa impresa le altre grandi arterie per	»	9 889 813, 00

Durante tutte queste pratiche l'ingegnere Bruno ha proceduto alla compilazione dei progetti per la rete secondaria e terziaria della fognatura, procurando di ovviare dall'onere di sollevare con macchine le acque dal collettore medio a quello alto. L' importo dei lavori di questa rete salì a L. 12 000 000.

Benchè si fossero appaltati i lavori nel modo che abbiamo indicato, nullameno il progetto ritornò al Consiglio Superiore dei Lavori pubblici in causa del modo di funzionare il collettore medio, intorno al quale vi era discrepanza tra lo stesso Consiglio ed il Municipio di Napoli.

Si trattava di separare dal collettore medio le acque pluviali dalle dejezioni e dalle acque lorde per ordinarlo con un sistema escludente l' elevazione meccanica delle acque meteoriche ordinarie.

Per ottenere questo scopo si era proposto di costruire una fogna *bifora* cogli assi sulla stessa verticale destinando lo speco *inferiore a* per le acque cloacali e quello *superiore b* per le meteoriche (veggasi la fig. 47).

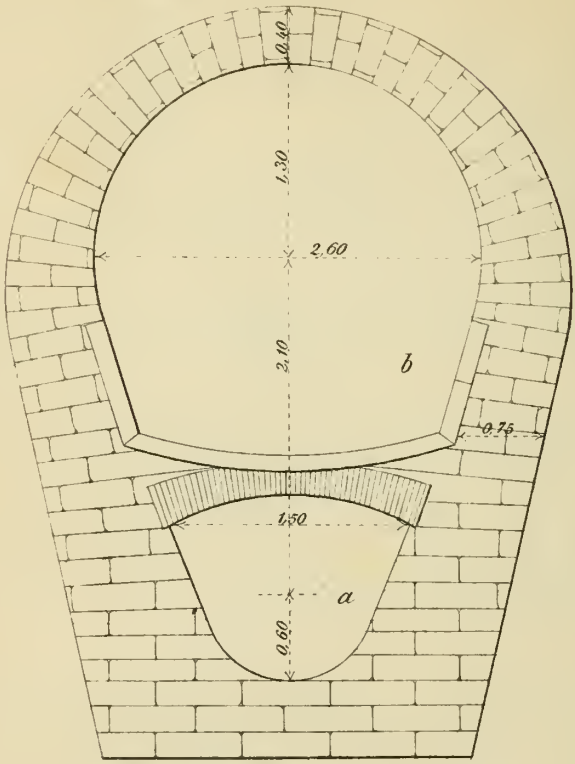
Inoltre per rimovere tutte le obbiezioni che si erano fatte sulle prime proposte vennero stabilite le seguenti modalità di costruzione cioè:

a) il diafragma tra la cunetta (per le feccie) inferiore e lo speco superiore delle fogne di 2.° e 3.° ordine verrebbe eseguito con lastre di pietrarsa.

b) Ad ogni 10 metri vi sarà un chiusino di ghisa mobile che farà parte del diafragma.

c) Ad intervalli di 200 metri verranno stabilite, nella grossezza dei piedritti, dei pozzetti di ispezione col mezzo dei quali poter riconoscere se per avventura succedevano degli ingombri nella cunetta.

Fig. 47 Fogna bivia.



d) Entrando dalla strada nello speco superiore per mezzo di bocchette si poteva sorvegliare anche la cunetta inferiore.

e) Ad ogni crocicchio di strada si collocherà un pozzetto onde visitare direttamente il condotto cloacale.

Furono stabilite altresì le seguenti prescrizioni, vale a dire:

Che le caditoje di comunicazione tra le vie e le fogne, non che quelle dei cortili, fossero munite di intercettatori idraulici per impedire le esalazioni dalle fogne.

Che la ventilazione delle fogne, quantunque si potesse ottenere coi tubi delle grondaje, nullameno si poteva conseguirlo coi tubi delle latrine prolungati in alto.

Che si accettava il sistema proposto per le cacciate d'acqua, da disporsi dove le estremità superiori dei fognoli stradali lo richiedessero.

Pei nuovi Rioni poi furono stabilite le seguenti norme.

a) Di eseguire la doppia canalizzazione se fosse possibile, una delle quali per le acque meteoriche l'altra per le materie cloacali.

b) Di adottare un solo canale a doppia luce cioè uno speco per le acque di pioggia ed una cunetta inferiore per la cloaca.

c) Di costruire un canale unico per le pluviali, che comprendesse i tubi sopra

mensole per le cloacali, quando non si abbia un' altezza bastante per applicare il precedente sistema.

d) Ritenersi in generale per le immissioni private nelle fogne stradali, di applicare i fognoli anzichè i tubi.

La spesa complessiva per tutta la fognatura di Napoli, ricavata dai computi metrici e dalle stime, tenendo conto altresì del risultato degli appalti di già stipulati coi quali si ebbero dei ribassi, ammontava a L. 23 163 194, 88 nelle quali erano comprese L. 800 000 per l' impianto delle macchine.

In questa somma non figuravano le fognature dei nuovi Rioni, il cui importo doveva far parte delle relative concessioni.

Per il funzionamento delle macchine occorrerebbe l'annua spesa di L. 230 000.

Qualora fosse stabilito di separare nel collettore medio le acque meteoriche da quelle cloacali, vi era una differenza di spesa di L. 1 119 266 in più pel sistema separatore, in confronto del promiscuo, col maggior dispendio di annue L. 70 000 pel funzionamento delle macchine.

Descrizione della fognatura. — In causa della condizione topografica ed altimetrica della città fu d'uopo dividere il bacino in tre zone distinte. Ad ogni zona vi doveva corrispondere una rete di fogne, per cui in complesso essa sarebbe costituita dalle seguenti parti vale a dire:

1.° Collettore per le acque dei versanti dalle colline diviso in due rami.

2.° Collettore alto urbano che da Foria giunge a Piedigrotta. A questo collettore vi affluiscono 6 fognoni ed una rete di 1.°, 2.°, e 3.° ordine;

Inoltre vi si collegano 4 scaricatori per lo smaltimento al mare delle grandi acque meteoriche;

3.° Collettore basso urbano che da oriente giunge a Piedigrotta. In esso vi affluisce una rete di canali di 2.° e 3.° ordine, e vi diramano sei scaricatori per le massime piene;

4.° Due reti di tubi per le zone del livello più basso, l'una a Chiaja, l'altra da Porto all'Arenaccia.

5.° Il meccanismo per innalzare i liquidi dal collettore basso all' emissario di Licola al quale però venne in seguito sostituito quello colla foce a Cuma.

6.° Il canale emissario che fa seguito al collettore alto e conduce i liquidi di fogna con uno scaricatore diretto a Coroglio, ove si dirigono le acque di piena del collettore basso.

Si calcolò che i due emissari potevano dar esito a circa metri cubici 30 al minuto secondo.

Collettore delle Colline. — È costituito da due rami uno orientale lungo m. 1036, l'altro occidentale della lunghezza di m. 2962, 85.

Il ramo orientale principia alla salita dei monti, alla quota 84, e va a sboccare nel canale delle Fontanelle alla quota 64, 90.

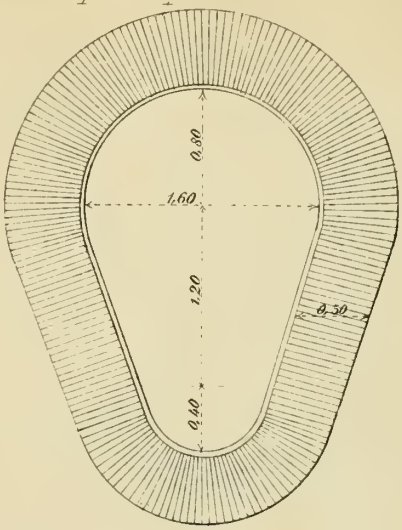
Il ramo occidentale parte all'impluvio di S. Maria apparente, alla quota di metri 47, 80; procede in traforo e sbocca nel mare a 0, 50 sotto il livello medio. Ha la pendenza dell'1 per cento framezzato da 4 salti.

Questi due collettori hanno la forma ovoidale come si vede dalla fig. 48.

Collettore alto urbano e fognoni. — Principia alla via Foria alla quota 17,09 e termina alla vasca a Piedigrotta alla quota 12, 50, dopo aver percorso la lunghezza di 4588 m. colla pendenza dell'1 per cento.

Collettori per le pluviali delle colline

Fig. 48



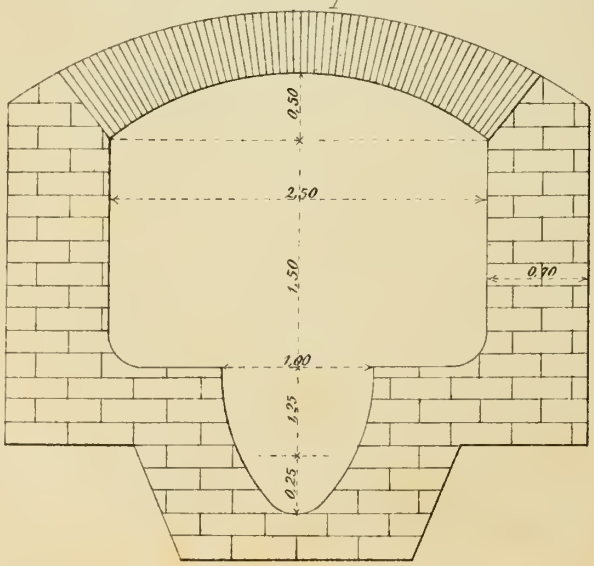
Questo collettore trovasi alla profondità di oltre m. 10 ed accoglie i fognoni di sei strade. Nel caso di nubifragi le acque vengono scaricate col mezzo di quattro grandi scaricatori.

La sezione trasversale di questo collettore ha quattro tipi diversi, ma pressochè conformi alla figura 49.

Collettore medio urbano. — Ha origine alla strada Arenaccia alla quota m. 8687 e sbocca nella vasca di riunione alla quota di 4500, conun per corso

Canale alto urbano promiscuo

Fig. 49



di m. 5583, 65 e la pendenza del 0, 75 per cento. La profondità a cui trovasi l'estradosso varia da m. 1 a m. 15. Esso traduce le acque, che sono raccolte dalle fogne di 2.º ordine, ed è fornito da sei scaricatori per le grandi piene, quattro dei quali si riuniscono in un collettore che va direttamente al mare

Nella sezione nel consiglio tecnico del Marzo 1887 venne stabilito di accettare anche per questo collettore il sistema promiscuo, costruendolo in conformità del collettore alto.

Complessivamente la rete che va a colare nei due collettori ha la lunghezza di chilom. 131, 22,

Vasca a Piedigrotta. — Questo edificio verrà eretto presso Piedigrotta nelle grandi grotte che esistono alla destra della via di accesso alla nuova galleria dei tramways.

Essa avrà la lunghezza da m. 20 e la larghezza di m. 5, col fondo alla quota 3, 50. In questa vasca si scaricheranno le acque del colatore alto e di quello basso; ed a sua volta le acque di piena della stessa vasca saranno scaricate al mare col mezzo del canale di Coroglio.

La sezione trasversale avrà cunetta e banchine. La prima avrà la larghezza di m. 2, 85 e l'altezza sulle banchine m. 2, 30.

Nel piano superiore della Vasca vi saranno le trombe col mezzo delle quali si eleveranno le sue acque per versarle nello scaricatore di Cuma, stato sostituito a quello di Licola.

Emissario littoraneo colla foce a Cuma. — Questo emissario principia alla Vasca di Piedigrotta e va a scaricare sulla spiaggia di Cuma, in vicinanza alle rovine della città di questo nome. Per attraversare la punta di Posilippo si è giudiziosamente approfittato della galleria, che deve essere aperta dalla Società dei tramways per la linea Napoli-Pozzoli, la quale ha la lunghezza di circa metri 700 e che oltre alla rotaja del tramway ha due strade carrettiere ed un marciapiede pei pedoni. Dopo la Collina di Posilippo percorre sotto il piano dei Bagnoli alla profondità da metri 10 a metri 20; indi passa sotto le colline di cui fa parte monte Dolce e monte Olibano, alla profondità massima di m. 100. Si discosta dalle cave di pietra, denominate di Olibano, conservandosi a molta distanza dalla solfatara. Di poi attraversa il territorio basso che precede Pozzuoli, indi al disotto del bagno penale, passando oltre sotto i colli della villa Cicerone e proseguendo sotto i terreni già elevati della sella, che sta fra monte Nuovo e monte Barbaro, passa finalmente sotto la sella di monte Grillo presso l'arco Felice e giunge al piano dell'antica Cuma all'estremo meridionale del lago di Licola.

La lunghezza totale dell' emissario, dalla Vasca di Piedigrotta al lido, è di m. 15 550, compresi m. 150 che sporgono nel mare, colla pendenza del 0, 65 per mille. Il costo di questo emissario, giusta il conto estimativo è di L. 5 838 000.

La foce dell'emissario venne stabilita in modo che si potessero sempre scaricare le acque in mare e che fosse possibile di impiegare le stesse acque nell'irrigazione dei terreni.

Dagli studi intrapresi si riconobbe infatti che non si ha alcun dubbio sulla

formazione dei depositi delle materie cloacali lungo la spiaggia, e che d'altra parte trovandosi in quella località una grande superficie di terreno abbastanza depressa, si potranno utilizzare le acque cloacali nell'irrigazione.

La superficie dei bacini, le cui acque meteoriche sono scaricate dai canali di fognatura risulta dal seguente specchietto:

Collettore alto cloacale a sistema promiscuo. . . .	Ettari	575
Zone dei nuovi rioni a sistema separatore	»	89
Collettore medio cloacale a sistema promiscuo. . , .	»	213
Collettore basso orientale a sistema separatore. . .	»	217
Collettore basso orientale a sistema separatore. . .	»	114

Collettore basso. — Va costrutto col sistema separatore, colla sezione di forma ovoidale, quello destinato per le acque cloacali, ma colle banchine laterali; ed avrà la forma rettangolare il condotto per le pluviali.

Le acque pluviali sono scaricate direttamente al mare col mezzo di tre sbocchi.

In quanto alle acque lorde ed alle dejezioni, esse verranno sollevate meccanicamente e scaricate nel collettore medio.

Questo collettore è diviso in due parti distinte, cioè la orientale e la occidentale, ognuna delle quali ha un compluvio in un dato punto. Il tronco orientale ha la lunghezza di m. 790, 60 e la pendenza dell' 1 per mille. Il tronco occidentale ha m. 500 di lunghezza, con una pendenza assoluta di m. 12, 90, che viene vinta con 14 salti successivi.

Scaricatore per Coroglio. — Ha origine esso pure alla Vasca di Piedigrotta; passa del pari nella Galleria dei tramways, e giunge al mare dopo di avere percorsa la lunghezza di m, 5376. Ha la pendenza dal 6, 75 per mille.

Questo scaricatore non dovrebbe servire che per le acque pluviali delle strade e quelle sovrabbondanti nei canali di fognatura durante le grandi pioggie, anche per mettere in asciutto l'emissario di Cuma.

Si era sollevato il dubbio se lo scarico delle grandi acque di pioggia, che derivano dai canali di fognatura, non potesse recar danno alla salute pubblica dalla maggior vicinanza dello sbocco alla città; ma venne osservato che le acque lorde scaricate si trovavano diluite in modo tale che sopra una parte di materie vi erano 147 parti di acqua, mentre le pioggie provenienti dalle strade, il rapporto tra le materie trasportate e la quantità delle acque, era nella proporzione da 1 a 112. Per la qual cosa le acque scaricate dalla fogna erano in condizione migliore di quelle pluviali per rispetto all'igiene.

Macchine per elevare i liquidi dal collettore medio nell'emissario di Cuma. — Queste macchine verranno collocate presso la vasca di riunione a Piedigrotta.

Saranno distribuite in due gruppi.

Il primo gruppo servirà ad innalzare le acque cloacali provenienti dal basso collettore all'altezza di m. 10, 50 dalla vasca, ove giungono all'incile dell'emissario. Dovranno agire giornalmente ed innalzare litri 1050 per secondo.

Il secondo gruppo concerne le acque di pioggia ordinaria, che provengono

tuttavia dal basso collettore e versarle nell'emissario di Cuma. Si calcolò il volume di litri 1750 per secondo, da elevarsi all'altezza di m. 10.

Macchine pel sollevamento dei liquidi. — Per calcolare i volumi dei liquidi da sollevarsi col mezzo delle trombe si è ritenuto:

Che ciascun abitante, esistente sul bacino affluente, scarichi litri 200 al giorno, dei quali 100 litri dovrebbero essere convogliati in 6 ore.

Che per ogni ettaro di superficie colante si trovino 600 abitanti in termine medio.

Ciò posto pel sollevamento della acque lorde e delle materie fecali dei due rami del collettore basso al collettore medio, vi occorreranno delle trombe mosse da 225 cavalli-vapore effettivi.

Laonde vi abbisogneranno 6 caldaie, 4 motrici e 8 trombe, dovendosi innalzare per ogni minuto secondo m. cub. 0, 767.

Per la elevazione delle acque, dal collettore medio a quello alto, ritenuto il sistema promiscuo, vi occorreranno 4 macchine, ciascuna di 100 cavalli effettivi e 10 pompe di 210 litri d'acqua al secondo.

Si dovranno quindi avere:

1.° Per la zona bassa alla Marinella:

acque cloacali m. c. 92 per secondo, altezza totale dell' elevazione metri 11.

2.° Per la zona bassa di Chiaja:

acque cloacali m. c. 23 al secondo all' altezza di m. 5, 50.

3.° Per elevare i liquidi dal collettore medio al collettore alto ed all'emissario di Cuma.

acque cloacali proprie	m. c. 50 000
acque provenienti dalla zona bassa	» » 10 000

Che danno in tutto al minuto litri 694 all'altezza di m. 9.

Si devono inoltre aggiungere le acque meteoriche ordinarie del volume di litri 677.

Tutta la forza occorrente sarà adunque di:

Due	macchine	da	50	cavalli ciascuna
Quattro	»	»	25	»
Due	»	»	20	»
Due	»	»	4	»

Le trombe dovranno essere del sistema Girard cioè a *stantuffo tuffante.*

FOGNATURA DI TORINO.

In seguito all' aumento della popolazione specifica di Torino che si accrebbe a dismisura e si estese il suo abitato, emerse il bisogno di pensare anche all'igiene pubblica, la quale era abbastanza compromessa dai vari sistemi di fognatura che furono applicati in epoche diverse, senza norme prestabilite. — Gli è perciò che l' amministrazione Comunale fino dal 1880 nominò una Commissione che studiasse un argomento di tale importanza, quale era quello dello smaltimento delle acque lorde e delle materie fecali, per poter proporre di poi quel sistema che si sarebbe riconosciuto il più idoneo.

Colla Relazione 15 Marzo 1884 la stessa Commissione presentò il proprio elaborato colle sue proposte, dalla quale ricaviamo le seguenti notizie.

La città di Torino attualmente è provveduta in parte da canali per lo smaltimento delle acque pluviali e da quelli per le dejezioni e le acque lorde, ma esistono altresì i pozzi neri permeabili ed impermeabili e le fogne mobili.

I canali di condotta hanno una differente struttura, e molti rimontano ad un opoca lontana, vale a dire al 1726. Essi trasportano le materie nel Po e nella Dora, ad eccezione della fogna che dalla piazza Vittorio Emanuele passa per la via Vanchiglia la quale trasporta le acque lorde ad irrigare circa 93 ettari di prato situati fra la Dora ed il Po.

Per la qual cosa attualmente in Torino si trovano:

Chilom. 110 di canali, alcuni dei quali raccolgono tanto le acque pluviali, quanto le acque lorde e le dejezioni, mentre altri non sono destinati che per le acque pluviali.

Circa 4000 pozzi neri che si vuotano con sistemi differenti, ai quali vanno connessi quattro serbatoj situati all' esterno della città.

Un piccolo numero di fogne mobili, circa 20, le quali si sono applicate quasi in via di esperimento.

La Commissione torinese prima di esporre la propria opinione trovò il bisogno di esaminare i diversi sistemi che si erano adottati in molte città, prendendo in considerazione i vantaggi e gli inconvenienti che ognuno di essi presentavano non che le variazioni e modificazioni suggerite dalle condizioni differenti di località.

In seguito a siffatto esame la maggioranza della Commissione, cioè 5 contro 2, si pronunciò per la canalizzazione a corrente continua, immitendo nella fognatura tanto le acque pluviali, quanto quelle lorde e le dejezioni, per essere dipoi tradotte all'esterno all'irrigazione dei terreni.

Ecco le espressioni della Commissione nel suo riassunto.

« Che per la fognatura si abbia ad adottare la canalizzazione ».

« Che questa abbia ad essere così condotta da potere per ora sfogarsi nel Po, molto a valle della città, ma in guisa da non impedire nell'avvenire l' im-

pianto di trattamenti chimici o meccanici che fossero per fare buona prova, oppure per la irrigazione agricola, che fosse richiesta per iniziativa privata ».

« Che nella disposizione dei collettori convenga seguire il partito dei collettori longitudinali adottato a Francfort ».

« Che pei collettori e per le fogne secondarie debba prevalere la sezione ristretta con frequenti pozzi d' ispezione ».

« Che per quanto sia possibile si abbia ad adottare l'aereazione delle fogne e dei doccioni interni nelle case, seguendo le modalità in uso a Francfort ».

« Che per la risciacquatura delle fogne si abbia a condurre l'acqua disponibile, che è fin d'ora di 500 litri al minuto secondo durante la notte, alle estremità superiori dei collettori, accrescendo l'efficacia della lavatura con altrettanti serbatoj ».

« Che nella studio della canalizzazione si abbia a verificare se l'esclusione dalle fogne immonde delle acque delle strade o delle gronde delle case verso strada, (come si presume) si abbia a portare una notevole economia di spesa, anche tenendo conto della canalizzazione per quella parte di acque piovane e della maggior quantità d'acqua necessaria per la lavatura della relativa canalizzazione ».

E per meglio corroborare la sua proposta la stessa Commissione faceva redigere un progetto di fognatura incaricando di ciò l'ing. Borella.

Con un tale progetto sarebbero da costruirsi due grandi collettori, uno dei quali parallelo al fiume Po, l'altro alla Dora, i quali dopo di avere raccolto tutte le acque lorde e le materie fecali dei diversi quartieri della città si riunirebbero in un unico collettore.

Il collettore parallelo al Po avrebbe la lunghezza di m. 4500, colla pendenza da prima di m. 0, 30, poi di metri 0, 25 per mille. Il più grande di questi collettori avrebbe il diametro e l'altezza di m. 3 col fondo circolare. Paralellamente vi sarebbero due marciapiedi di sporto della larghezza ciascuno di m. 0, 70. Come si vede sarebbe una immitazione delle grandi fogne di Parigi. La parte più piccola avrebbe il diametro di metri 2 e l'altezza di metri 2, 60. Vi sarebbero due riseghe all' altezza di m. 1 dal fondo.

Il collettore parallelo alla Dora avrebbe la lunghezza di m. 3300, colla pendenza al principio del 0, 40 per cento, poi del 0, 30 per mille. La sezione di questo collettore sarebbe ovoidale per una tratta, la cui larghezza sarebbe di metri 2 e l' altezza di metri 2, 22, poi la larghezza si limiterebbe a metri 1, 50 e l' altezza a metri 2, 15.

Riuniti questi due collettori in uno solo, questo consisterebbe in un canale sotterraneo della lunghezza di m. 3300 la cui sezione avrebbe il diametro di m. 3 e la larghezza di m. 2, 70 col fondo circolare e colla vôlta a tutto sesto. Successivamente a siffatta tombinatura il canale scorrerebbe scoperto per la lunghezza di metri 12700, colla sezione trapezia e colla pendenza dal 0, 30 al 0, 20 per mille.

Le acque di fogna sarebbero destinate ad irrigare una superficie di terreno di circa ettari 5000, situata fra la sinistra della Stura e del Po ed alla destra del torrente Melone.

Oltre agli accennati due collettori ve ne sarebbe un terzo pel Borgo dell'Aurora sulla sinistra della Dora, che immetterebbe le sue acque nel canale scoperto. Finalmente occorrerebbe un quarto collettore, della lunghezza di 4 chilometri e colla pendenza del 0,50 per mille, in servizio del Borgo Po, le cui acque andrebbero ad irrigare direttamente ettari 75 di terreno.

Si calcolò che in tutti questi canali vi scorrerebbero litri 1000 al minuto secondo ciò che sarebbe equivalente a più di 200 litri per persona, anche avuto riguardo ad un aumento possibile della popolazione. Questa quantità d'acqua si prenderebbe per litri 540 dalle Società delle acque potabili, e per litri 460 verrebbe derivata dalla Dora.

Tutta l' opera sarebbe stata preventivata in L. 6 200 000.

La minoranza della Commissione Torinese riterrebbe invece più conveniente l'uso dei pozzi neri impermeabili, poggiandosi a circostanze del tutto speciali in cui si trova la città di Torino, per la quale si dubiterebbe assaissimo di ottenere un lodevole servizio colla fognatura a corrente continua.

In tale conflitto di opinioni da parte della Commissione, si elevarono altre proposte da diversi tecnici più o meno attendibili, come succede quasi sempre in simili circostanze, mentre da taluno si voleva l'applicazione della fossa Mauras e da alcuni altri il sistema Waring, non calcolando che coll'adottare qualunque di questi sistemi, oltre alle fosse fisse e mobili, si era costretti di eseguire una rete di condotti sotterranei, ed inoltre si doveva pensare a smaltire le materie, ogni qualvolta fossero tradotte all'esterno della città.

Non è punto a meravigliarsi adunqne se il Consiglio Comunale di fronte a questo stato di cose in altra delle sedute del Gennajo 1885 abbia adotatto il seguente ordine del giorno concepito nei seguenti termini.

« Il Consiglio Comunale ritenendo opportuno che esperimenti pratici sopra « i vari sistemi conosciuti, vengano di pari passo colle manifestazioni dei corpi « scientifici e delle istituzioni cittadine a rassicurarlo che il sistema da adottarsi « risponde indiscutibilmente alle esigenze finanziarie, industriali, igieniche ed agri- « cole della città di Torino, confidando nella saggezza e nella sollecitudine della « Giunta e della benemerita Commissione, in attesa delle proposte passa ecc. ».

Rimase adunque insoluta la questione e la fognatura si eseguirà di là a da venire malgrado il bisogno assoluto di provvedervi.

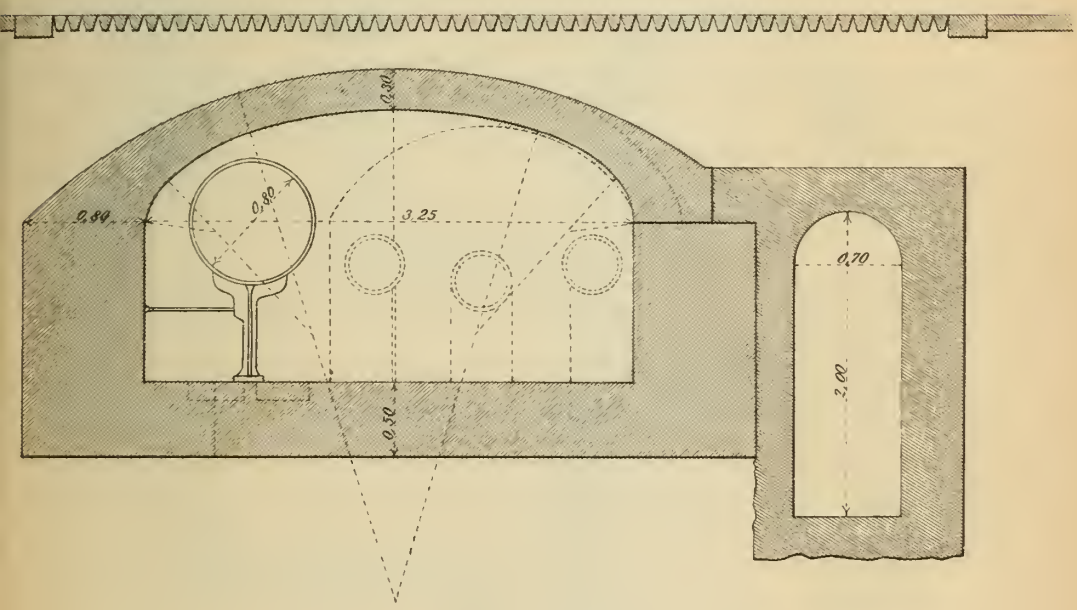
Ora ammesso che il sistema della canalizzazione sia il più adatto, e come tale venne riconosciuto fino dagli antichi Romani colle loro Cloache; che questo sistema fu già accettato a Londra, Parigi, Vienna, Berlino, Bruxelles ecc. ecc. e da ultimo anche a Milano, e che è ormai assicurato che il miglior sistema di depurare le acque di fognatura è l'irrigazione, non si vede il motivo perchè si abbia a soprasedere ad eseguire un' opera cotanto utile (1).

(1) Bignami-Sormani. — Lettura fatta al Collegio degli ingegneri ed architetti di Milano.

FOGNATURA DI ROMA.

Le attuali fogne di Roma, la cui costruzione è posteriore alle antiche cloache, sono interamente viziose. Esse hanno pendenze o eccessive o scarse, e si trovano altresì delle contropendenze. La loro sezione è la peggiore, cioè la forma rettangolare colla platea piana, la quale favorisce i depositi negli angoli, assotiglia il corso dell'acqua che vi defluisce, ed offre la maggior resistenza al movimento dei liquidi e quindi la maggior facilità ai depositi (fig. 50); le pareti non sono ar-

Fig. 50 Fognatura di Roma, posteriormente alle antiche cloache



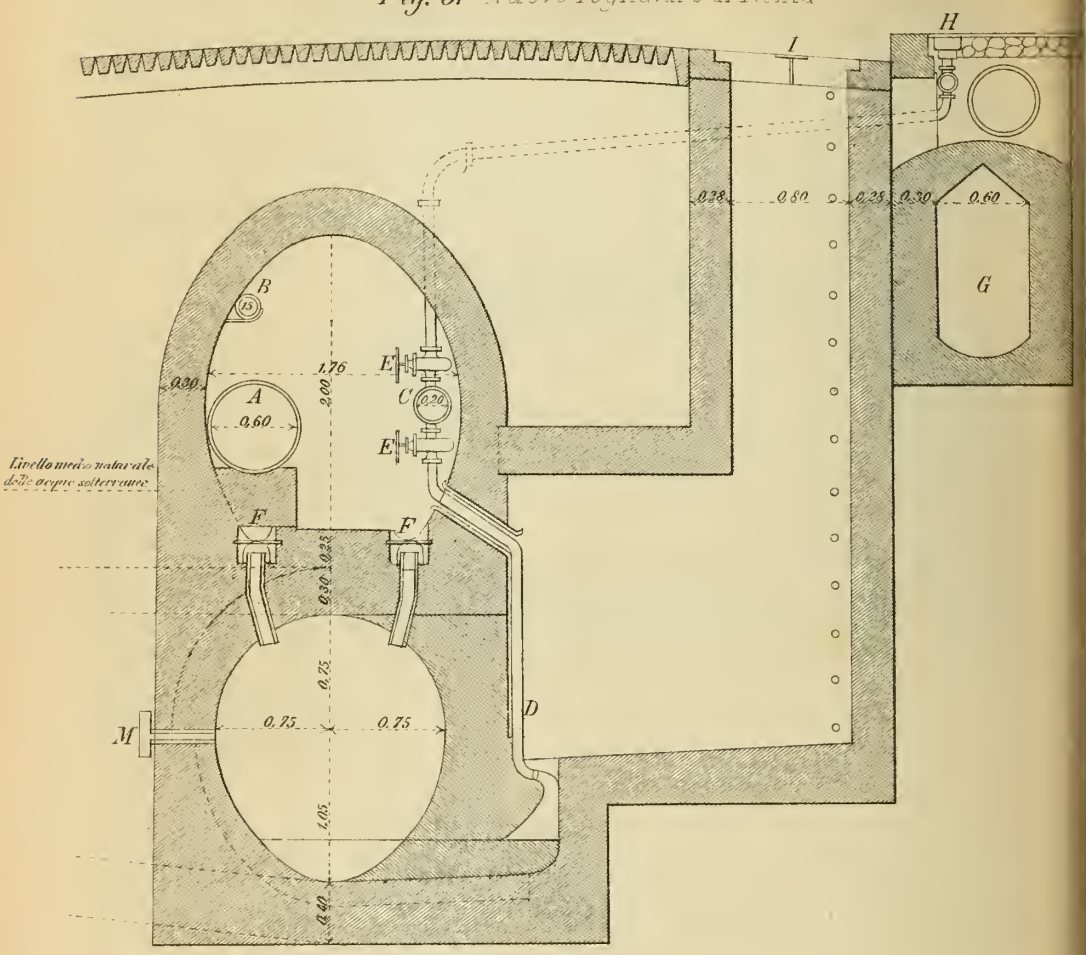
ricciate a dovere ma coperte da un intonaco grossolano e spesse volte mancante. Da qui ne emerge che i liquidi infetti trapelano ovunque e vanno ad inquinare il terreno, insieme al disperdimento del gas, e ciò a grave danno della salute pubblica. Le dimensioni non seguono alcuna legge; a larghezze di 2 metri succedono dei tratti di metri 0,70, a cui ne conseguono altri di 3 metri, per ritornare poi al di sotto di un metro. Non offrono il mezzo per asciugare i sotterranei, meno poche eccezioni, ma spesso gli allagano, sia pei lenti trapelamenti dalle sponde, sia per qualche improvvisa rottura.

Benchè si abbia un volume d'acqua abbondante, che potrebbe servire largamente per la pulitura delle fogne, nullameno una tal acqua non viene usata convenientemente. Tanto le fontane pubbliche, quanto quelle private si scaricano in alcune linee principali delle fogne, cagionando in queste un sovverchio ingorgo, mentre un gran numero trovasi quasi a secco e lavate soltanto dalle forti pioggie

Nella circostanza che si doveva rinnovare l'acquedotto dell'acqua Vergine, interamente ammalorato, il municipio nel 1872 autorizzò del pari la riforma e l'adattamento dei canali di fognatura, seguendo in ciò il progetto presentato dall'ingegnere municipale Vescovali.

Nella costruzione della nuova fognatura venne proposto di assegnare alla sezione dei condotti la forma bifora che viene delineata nella fig. 51 comprendendovi

Fig. 51 Nuove fognature di Roma



A = Condotto di 0,60 per la distribuzione dell'Acqua Vergine.
B = Condotto di 0,15 per la distribuzione dell'Acqua Marcia.
C = Condotto di 0,20 per l'inaffiamento della strada.
D = Condotto per lavare la fogna.
EE = Saracinesche.
FF = Scarichi nella fogna delle acque della Galleria muniti di apparato inodoro.
GG = Cunette laterali per la riunione delle acque luride e di scolo della strada.
H = Scatola d'inaffiamento.
L = Trombino di scarico nella fogna delle acque provenienti dalle cunette G.
M = Cunnelle di terra cotta per lo scolo nella fogna delle acque sotterranee.
I = Chiusino di accesso alla fogna.

in essa le acque lorde, le dejezioni ed i condotti dell'acqua potabile. Non si sono accettati i condotti del gas, seguendo in ciò le disposizioni adottate a

Londra, ove tali condotti furono posti nel terreno. Nel calcolare le dimensioni che doveva avere il canale di fognatura si ebbe l' opportuno riguardo di smaltire non solo le acque che piovono sulla superficie colante, non che le acque domestiche, ma altresì quelle provenienti dalle sorgenti laterali e dalla zona acquifera, servendo così il condotto anche come una specie di *drenaggio* per le case fronteggianti.

Nel condotto principale non si devono raccogliere direttamente lo scolo delle case, ma invece questo va a sboccare in due fognoli laterali, dove si raccolgono anche le acque piovane della strada e quindi sono versati nella fogna centrale col mezzo di tombini costrutti all'intersezione di ogni strada trasversale.

In quanto alle sorgive laterali che invadono le cantine, esse sono raccolte con una rete di fognatura e scaricate nella nuova fogna con tubetti situati d'ambo i lati e disposti alla distanza di 5 metri fra loro, i quali hanno costituiti dei getti d'acqua abbondantissimi, asciugando il terreno e producendo anche un abbassamento del velo d'acqua nei pozzi contigui.

Nelle accennate calcolazioni venne ammesso che una forte pioggia temporalesca possa dare un'altezza di 4 centimetri in un' ora. Ora la superficie colante in quella fogna essendo prossimamente di met. quad. 460 000, nei casi di pioggia di qualche intensità, il volume delle acque sarà di circa metri cubici 5, 00 al minuto secondo. Tenendo calcolo del tempo che impiegano le acque per giungare alla fogna, come pure le opposte pendenze dei tetti, si ritenne che in luogo di metri 5 al minuto secondo non perverrà che la metà ossia m. c. 2, 50.

Si è supposto che le acque di ritorno dalle case sia di 100 litri al secondo, corrispondente al volume dispensato; e che dalla zona acquifera siano versati altri 100 litri, percui in complesso si dovevano smaltire metri cubi 2800 circa.

Supponendo che il condotto sia pieno fino all' imposta della vôlta, si ha la sezione di metri quadrati 1, 146 ed il perimetro bagnanto di 2, 73, quindi il raggio medio di 0, 0034. L'intonaco interno, eseguito accuratamente con cemento Portland, presenta una superficie molto levigata, e quindi venne applicata la formola di Darcy:

$$v = \sqrt{\frac{R\,I}{0,00015\left(1 + \frac{0,03}{R}\right)}}$$

dalla quale si ha $v = 2,95$ e $Q = 3,323$ met. cubici.

Si ha quindi un margine di 500 litri, che si è creduto prudente di conservare.

Per costruire siffatte fognature fu duopo di esaurire le acque sorgenti che vi erano in gran copia, essendosi impiegate a questo fine simultaneamente sei macchine a vapore della forza nominale di 8 cavalli ciascuna, che movevano altrettante pompe centrifughe del sistema Appold. L' aggottamento aveva luogo in ragione di 36 litri al minuto secondo e per ogni macchina; l'altezza del sollevamento era in media di 8 metri, tenendosi i pozzi più bassi di metri 1, 70

dal fondo del cavo. Le armature dei pozzi erano cilindriche formate da assicelle di legnareccio, che si affondavano mano mano che si eseguiva lo scavo (1).

Dopo che venne stabilita la sistemazione del Tevere nel tronco urbano di Roma, si pensò altresì alla fognatura della intera città, cotanto necessaria sotto il punto di vista della salute pubblica, siccome venne osservato più sopra A tal fine il Municipio nel 1877 nominava un apposita Commissione di tecnici al precipuo scopo di stabilire la massima fondamentale sulla quale si doveva basare il relativo progetto.

Ecco quanto fu determinato dalla stessa Commissione.

1.° Che i canali di fognatura dovevano raccogliere tanto gli scoli luridi, quanto le pluviali, inquantochè non vi era nulla a temere sulla immissione dei rifiuti di ogni natura, attesa la grande quantità d'acqua potabile di cui è provveduta la città di Roma (2).

2.° Che si dovevano sopprimere gli sbocchi attuali nel corso urbano del Tevere, dovendo i collettori delle nuove fogne immettere le loro acque a valle della città in un punto abbastanza lontano, anche per ovviare al riflusso delle acque. Per altro si faceva un eccezione per le pioggie torrentizie, o grandi acquazzoni, pei quali poteva aver luogo un immitenza diretta nel Tevere, accettando l'attuale sbocco della Marrana presso gli avanzi del Ponte Sublicio. Inoltre era d'uopo di applicare delle paratoje od altri congegni per impedire alle acque del fiume in tempo di piena di rifluire nelle parti basse della città.

Non era poi a temersi che le acque del Tevere venissero inquinate dall' immissione delle acque luride; primieramente perchè lo sbocco dovrebbe avvenire al disotto dell'abitato, in secondo luogo trovandosi il Tevere fornito in ogni tempo di una grande massa d' acqua le dejezioni e le lordure di ogni natura venivano diluite in una misura da non lasciare alcun timore sull'igiene pubblica.

3.° Che lo studio per la costruzione delle fogne doveva naturalmente essere diviso in due parti, vale a dire per gli scoli della città, posta sulla sponda destra, e per quelli situati sulla sponda sinistra.

Per la sponda destra la Commissione ritenne necessario un collettore, il quale secondando la riva del Tevere sino a Castel S. Angelo, fosse destinato a raccogliere tanto le dejezioni e le acque luride, quanto le pluviali. Inoltre si trovò di ammettere l' opportunità di costruire un altro collettore alto per raccogliere le acque di filtrazione e gli scoli delle colline che chiudono da quella parte la Valle del Tevere.

4.° Che per la maggior parte della città, che trovasi sulla sponda sinistra, si dovessero raccogliere le acque in *parte bassa* in parte *media* ed in parte *alta*. Da quì la necessità di avere diversi collettori, osservando che qualora emergesse il bisogno di avere dei collettori alti, essi venissero limitati al fosso detto Marrana senza prolungarli fino a valle nel luogo destinato allo sbocco dei collettori bassi.

(1) *Giornale del Genio Civile*, Anno 1875.

(2) Gli acquedotti di Roma traducono giornalmente nella città 620 litri d'acqua per persona.

5.° Che per l'immissione nel Tevere dei due collettori bassi, i quali per la loro posizione altimetrica non potrebbe aver luogo appena oltrepassate le mura della città, venisse studiata la convenienza o meno di riunire sotto il Tevere le acque dei due collettori, inquantochè quello di destra si trova un metro più alto di quello di sinistra; oppure di tenerli separati ricorrendo al sollevamento meccanico delle acque. Si poteva altresì prolungare i due collettori bassi con pendenze non inferiori a m. 0, 50 per mille, costruendo dei canali parte coperti e parte scoperti. La Commissione si trovò inclinata di costruire i due collettori bassi sotto il lungo Tevere.

6.° Che la sezione trasversale da adottarsi nella costruzione dei collettori fosse la ovoidale, già seguita a Londra, escludendo quella con banchine laterali che venne adottata nella fognatura di Parigi (1).

Non consta che il progetto di una generale riforma della fognatura di Roma sia stato compilato, ma sembra che nei lavori in corso di esecuzione siansi adottate le massime stabilite dalla sunnominata Commissione.

Infatti le nuove fognature consistono in due grandi collettori principali situati nelle parti basse della città presso il lungo Tevere, uno dei quali trovasi sulla sponda sinistra, l'altro sulla sponda destra. In questi collettori vi sboccano i canali secondari che derivano dai quartieri più o meno elevati, raccogliendo tutte le colature. Il Collettore a destra sottopassa il fiume Tevere a valle della città, e si riunisce a quello di sinistra, formando così un solo canale. Questo canale progredisce in parte scoperto ed in parte coperto fino oltre la Magliana cioè a mezzo camino circa del mare, ossia alla distanza di oltre 15 chilometri da Roma, ove si getta nel Tevere.

Precedentemente a questi lavori di fognatura, che sono in corso di esecuzione, (2) furono eseguite altre opere di Fognatura nei quartieri all' Esquilino ed al Castro pretorio che qui indicheremo brevemente. Nell' estate dal 1882 gli abitanti degli accennati quartieri si lagnavano delle esalazioni mefitiche che avevano luogo tanto nelle strade, quanto nelle case e che uscivano particolarmente dalle bocche di scarico delle latrine e degli acquai.

In seguito alle ispezioni praticate ai canali di fognatura si riconobbe che il loro declivio era assai scarso, variando da 0, 0057 a 0, 0196 per metro, ed i canali troppo grandi al fondo, motivo per cui non avendosi una quantità d'acqua bastante per trasportare le materie solide, si arrestavano al fondo dei canali e fermentavano producendo le esalazioni morbose cotanto lamentate. Benchè i quartieri dell' Esquilino e del Castro Pretorio siano provveduti di acqua in ragione di 100 litri per persona e per giorno, questa quantità d'acqua defluendo in canali costrutti con dimensioni non appropriate, colle pareti mancanti di intonaco e rese così scabre da ritardare il deflusso delle acque, le materie fecali non erano trasportate che nell' evenienza delle pioggie e davano così luogo alle esalazioni mefitiche.

(1) *Annuario scientifico ed industriale* 1878.

(2) Nel giorno 7 Novembre 1888 il Ministro dei Lavori pubblici visitò il nuovo collettore lungo la sponda sinistra del Tevere, dichiarandosi soddisfatto di una tal opera.

Per rimediare a siffatto inconveniente, senza punto alterare la rete della fognatura, che risulta dallo sviluppo di met. 6815, si riconobbe che il partito migliore da adottarsi era quello delle lavature interpolate col mezzo di sture opportunamente disposte.

L' apparato per l' efflusso intermittente e pel sciacquamento delle fogne si compone di un pozzetto in muratura (fig. 52) della capacità di met. cubi 2, 50,

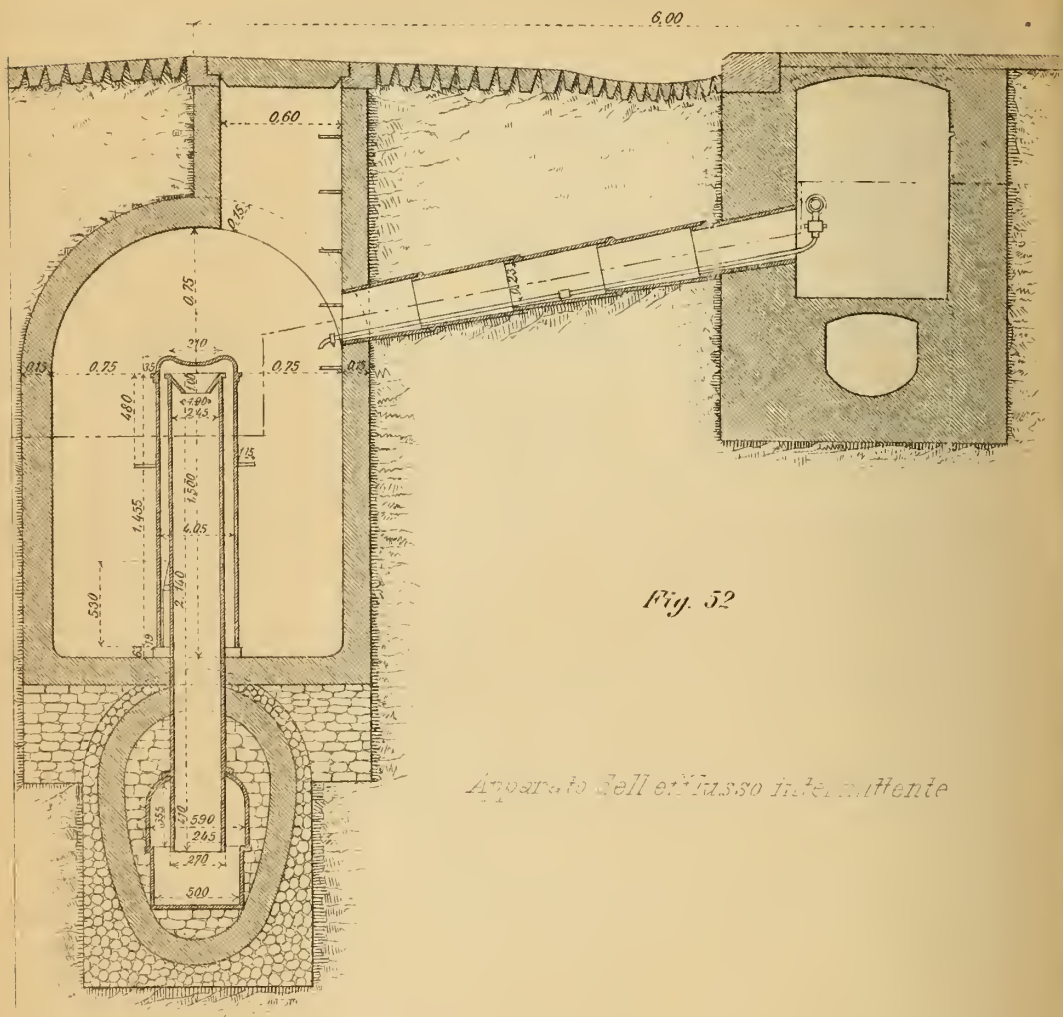


Fig. 52

Apparato dell'efflusso intermittente

dal fondo del quale si eleva un sifone. Questo sifone è composto di due tubi verticali di ghisa concentrici, separati fra loro da uno spazio vuoto di forma anulare. L' interno è aperto alle due estremità inferiori, le quali vanno ad immergersi per 15 millimetri in una vaschetta ripiena di acqua. L' esterno superiore va a poggiare sopra tre calcagni conservandosi alla giusta distanza del tubo interno mediante tre alette fuse insieme allo stesso tubo.

L' acqua defluisce nel pozzetto col mezzo di un tubo di piombo collocato in

un condotto di terra cotta. La quantità d'acqua da scaricarsi è regolata da un robinetto.

Tostochè il pozzetto sia riempito fino al livello superiore del tubo interno, l'acqua si scarica dall'imbuto X cadendo nel sifone in falda conica, trascina l'aria cominciando così a formare il vuoto. Un maggior volume d'acqua segue tosto la corrente ed in pochi secondi il sifone si empie interamente. L'efflusso a sezione piena dei 2500 litri, ha luogo in 26 minuti secondi ed in tal maniera la fogna viene risciacquata.

Si deve osservare che l'ufficio dell'imbuto X è della massima importanza e sta in esso il funzionamento lodevole dell'apparato. Infatti senza di esso l'acqua anzichè scaricarsi in un istante defluirebbe lungo le pareti e non si formerebbe il vuoto nel tubo interno, che è il mezzo della caduta istantanea. È necessario però che l'orlo superiore dell'imbuto sia esattamente orizzontale e di forma perfettamente conica. A Roma si era tentato di costruire lo stesso imbuto di ghisa ma con ciò non si ottennero dei buoni risultati, per cui si dovette costruirlo in ottone foggiato esattamente, malleato e saldato e perfettamente liscio. Appena il pozzetto si è vuotato, l'aria penetra nel sifone dalle aperture stesse per le quali vi ebbe l'accesso dell'acqua, ed il sifone cessa di funzionare fino a che esso sia stato nuovamente riempito d'aria, poi rientra nel pozzetto mediante il condotto di terra cotta nel quale trovasi il tubo di piombo che conduce l'acqua.

Ogni pozzetto si riempie due volte al giorno, con un consumo d'acqua di m. c. 5. Nella fognatura di Castro Pretorio se ne sono costrutti 32 collocandoli all'origine di ciascun canale collettore onde assegnare a ciascun pozzetto una tratta di fognatura da risciacquare della lunghezza di metri 220.

A Parigi la Commissione stata nominata nel 1885 dal Prefetto della Senna per migliorare le condizioni di quella fognatura, ha proposto fra le altre cose che per risciacquare i condotti deficienti di acque, oltre lo scolo dei liquidi provenienti dalle abitazioni e dalle acque delle bocchette vi fossero degli apparecchi simili per ottenere la risciacquatura.

Si dovette a tal fine stabilire un sistema di sture mediante serbatoj della capacità ciascuno di 10 metri cubici, da collocarsi alla sommità di ciascuna fogna ed al lungo di esse, in guisa di avere la distanza massima di 250 metri tra l'uno e l'altro serbatoio.

A Roma adunque nel mentre si sarebbe diminuita la lunghezza del tratto di fogna da risciacquarsi da ciascun pozzetto, la capacità dei pozzetti si sarebbe ridotta alla metà di quella stata proposta dalla Commissione di Parigi.

Si deve peraltro osservare che le condizioni della fognatura in Roma sono ben diverse da quella di Parigi. In primo luogo la quantità dell'acqua proveniente dalle abitazioni in quest'ultima città è minore della prima; poi in Roma la popolazione specifica è minore di quella di Parigi, come è del pari minore il volume delle materie solide, scaricate nei canali di fognatura. Fatto sta che l'esperienza fatta a Roma per alcuni anni ha mostrata la sufficienza del provvedimento.

Fognatura domestica. — A Roma la fognatura domestica è disciplinata

dal Regolamento edilizio attivato al principio del 1887, il quale comprende tutte le opere igieniche, decorative e di sicurezza, abrogando così le precedenti disposizioni che si erano emanate a tale riguardo.

Ecco quanto fu stabilito sulla fognatura domestica.

Art. 36. — Le singole abitazioni, sia in città che nella campagna, devono essere munite di cesso ed acquajo.

Parimenti dovranno essere forniti di cesso i locali destinati ad uso opificio, manifatture e simili in cui si riuniscono molte persone.

Art. 37. — I cessi dovranno essere collocati in camerini separati che prendano direttamente aria e luce e sistemati in condizioni igieniche.

Art. 38. — Le condutture destinate a raccogliere le materie dei cessi e le acque impure devono essere immesse nelle pubbliche fogne. Dove manchino queste si dovranno immettere in latrine mobili o pozzi neri secondo le norme prescritte dall'Ufficio d'Igiene, con l'obbligo però al proprietario di curarne la regolare manutenzione e la sostituzione delle vuote alle piene.

a) Le dette condutture devono essere costrutte e collocate in modo da rendere impossibile ogni filtrazione tanto nei muri, quanto nelle condutture delle acque, isolate dai muri e facilmente ispezionabili.

b) Tutte le condutture dei cessi debbono venire prolungate col loro stesso diametro sino sopra ai tetti delle case, ed i loro sbocchi collocati in modo da non recare incomodo alle finestre delle prossime case più alte;

c) Al piede di ciascuna conduttura di cesso dovrà essere collocato un interruttore o chiusura idraulica, munita di proporzionata bocca di presa d'aria.

I sedili dei singoli cessi dovranno essere muniti di interruttore idraulico o di sifone.

d) Le condutture di scarico degli acquai lavandini, vasche da bagno qualora siano isolate ed indipendenti dalle canne dei cessi, dovranno essere fornite al loro piede da interrutori o chiusure idrauliche e prolungate sino sopra il tetto della casa; qualora poi si immettano nelle canne dei cessi, la comunicazione non potrà effettuarsi direttamente ma solo per mezzo dei sifoni a chiusura idraulica.

e) I serbatoi che forniscono acqua ai cessi debbono essere separati dai serbatoi per acqua potabile.

Le condutture dei sopravanzi dei serbatoj d'acqua potabile non potranno essere direttamente immesse nelle fogne, nei fognoli o in altre condutture di scarico, ma dovranno prima sboccare liberamente dentro cassette munite di sifone a chiusura idraulica.

Art. 39. — I fognoli di raccolta delle acque di sopravanzo e delle materie di rifiuto delle abitazioni dovranno essere costituiti da tubi cilindrici di argilla verniciati, o di altri materiali egualmente idonei colle congiunzioni a perfetta tenuta. Essi debbono avere sezioni e pendenze sufficienti al libero scolo delle materie che devono smaltire.

Art. 40. — Tutti gli imbocchi dei fognoli nei cortili od altri spazi interni delle abitazioni devono essere muniti di chiusini inodori e valvole idrauliche.

Art. 41. — I bracci d'immissione dei fognoli privati nelle pubbliche fogne saranno fatti e mantenuti a spese dei proprietari delle fabbriche.

Per la introduzione di tali bracci di privato comodo nelle pubbliche cloache, dovrà riportare speciale licenza, e la immissione verrà eseguita adottando le dimensioni, pendenze e forme prescritte dall'Ufficio tecnico Comunale. Effettuandosi senza permesso, e in modo diverso, si incorrerà nella amenda di lire 50, oltre la rinnovazione e riforma che verrà eseguita d'ufficio.

Art. 42. — I locali destinati ad uso di stalla o scuderia dovranno essere arieggiati, forniti nell'interno degli scoli necessari e dei fognoli costruiti a forma dell'art. 40 e tenuti colla massima nettezza.

a) Gli imbocchi dei fognoli devono essere muniti di chiusini inodori o valvole idrauliche.

b) Il pavimento di tali locali dovrà essere lastricato con larghe pietre ovvero ricoperto d'asfalto o cemento, od anche selciato a calce per modo da non lasciare interposte sinuosità e depressioni dove possano accumularsi le immondizie e dar luogo ad infiltrazioni.

FOGNATURA DI BUDAPEST.

Tre quarti circa delle strade di Budapest sono attualmente provvedute di fognatura che appartengono a tipi diversi. Gli uni sono colla platea piana altri concava, ad altri infine hanno la sezione ovoidale.

Il capitale speso per la sua costruzione del 1868 al 1884 ascende a L. 528 005. La manutenzione costa annualmente da 120 000 a 160 000 lire. La lunghezza della rete è di chilom. 116.

I collettori delle fogne si scaricano nel Danubio. Questi collettori sono 14 a Buda e 6 a Pest; la loro lunghezza è di 20 chilometri. La pendenza varia da $^1/_{800}$ a $^1/_{160}$.

Gli sbocchi dei collettori nel fiume si trovano all'altezza da metri 1,20 a metri 2 dalle acque ordinarie. Allorchè si elevano le acque del fiume gli sbocchi sono chiusi da paratoje di ferro, ed i collettori si vuotano col mezzo di 30 pompe centrifughe.

In tutti i quartieri ove esiste la fognatura le case scaricano le materie fecali e lorde nella stessa fognatura. Ove essa non esiste si tollerano i pozzi neri.

Dal 1875 le autorità si occuparono di costruire una nuova rete di fognatura capace di tradurre rapidamente le immondizie e le acque pluviali e rendersi indipendenti dalle piene del Danubio.

Le disposizioni principali del progetto ora vennero definitivamente stabilite.

Il territorio di Pest sarà diviso in quattro zone ciascuna delle quali provveduta da un collettore indipendente. Quelli delle due prime zone si riuniranno in un collettore comune che andrà e terminare in un pozzo situato in vicinanza alla

ferrovia di circonvallazione. Le acque e le immondizie saranno cacciate col mezzo di una pompa nel letto del Danubio a valle della prima pila del ponte della strada ferrata. La forza motrice necessaria si otterrà col mezzo delle turbine messe in movimento dalle acque del fiume.

Il collettore della terza zona scaricherà egualmente nel Danubio a monte del precedente. Il posto del quarto collettore non è tuttavia stabilito.

CONCLUSIONE.

Dopo di aver fatto conoscere ed esaminati sommariamente i diversi sistemi di fognatura finora seguiti nelle principali città pel loro risanamento, si deve conchiudere che il concetto della canalizzazione a corrente continua ha prevalso dovunque, rifiutando così gli altri sistemi che furono ideati e proposti per espellere all' esterno le acque lorde e le materie fecali. Si sono quindi condannati unanimamente le fosse fisse, quelle mobili ed i sistemi divisori, i quali presentano dei gravi inconvenienti e non soddisfano interamente allo scopo di tutelare la pubblica salute.

Abbiamo veduto che la fognatura deve andare di pari passo colla distribuzione dell' acqua potabile, senza della quale sarebbe uua follia il provvedimento. Ed infine che il grande problema messo in campo da alcuni igienisti sui danni temuti dalla traduzione all'esterno delle grandi masse d'acqua lorde colle dejezioni, venne risolto in modo diverso secondo le circostanze, ma abbastanza soddisfacente, ed in generale si trovò che l' irrigazione era il mezzo migliore per depurare le acque ed eliminare così qualunque causa di danno.

FINE.

OPERE VENDIBILI DALLO STESSO EDITORE
Successore CARLO BRIGOLA - Via Pantano, 11 - Milano
A PREZZI RIDOTTI.

Amati. — Regole del chiaro-oscuro in architettura. Milano 1802, 1 volume in folio L. 20 —

Annali della fabbrica del Duomo di Milano. 9 volumi in-4. Milano 1883-85 . . » 120 —

Belidor. — La science des Ingénieurs dans la conduite des travaux de Fortification ou d'Architecture civile, édition avec notes, par M. Navier. Paris 1813, 4° con atlante di 53 tavole incise . . . . . » 12 —

— Architecture hydraulique su l'art de conduire d'elever et de menager les eaux pour les differens besoins de la vie. Paris 1737, 4 volumi con tavole in-4 legato in pelle . . . . » 40 —

— Architettura idraulica, ovvero Arte di condurre innalzare e regolare le acque con note ed aggiunte di Navier. Versione italiana sull'ultima edizione francese di Basilio Soresina. Mantova, 4 vol. in-4 con molte tavole . . . . . » 50 —

Cadorin (L). Studi teorico-pratici di architettura ed ornato per la erezione principalmente delle fabbriche in terra cotta, addattati ai bisogni del secolo, versione col *testo francese, con 28 tavole in rame.* Venezia 1866, 1 vol. in folio grande legato in tutta tela . : . . . . . » 60 —

Castellazzi (G.) Ricordi d'Architettura orientale presi dal vero. Cento tavole autografate con testo Venezia 1872, in folio . . . . » 40 —

Castelli (G. A). Questioni diverse sulle servitù prediali vedute in 54 figure in rame ed applicabili a qualsivoglia caso. Milano 1820, 1 volume in-4 . . . . . » 7,50

Cavalieri S. Bortolo. Istruzioni di architettura statistica ed idraulica. Mantova 1845 2 vol. in-8, con atlante di 67 tavole . . . » 25 —

Collezione dei progetti d'architettura, premiati nei grandi concorsi triennali dell'I. R. Accademia delle belle arti in Firenze, pubblicati per cura degli architetti L. Pasqui, C. Lupi e P. Passeri, ed incise dall'architetto A. Coppiard. Firenze 1828. Un vol. in-folio . . . . . » 30 —

Diedo (Antonio). Fabbriche e disegni. Venezia 1846, un vol, in-folio legato . . . . » 50 —

Durand. I. N. L. Raccolta o paralelle delle Fabbriche classiche di tutti i tempi d'ogni popolo e di ciascun stile, con l'aggiunta di oltre 300 e più fabbriche e monumenti d'ogni genere antichi e moderni e della storia generale dell'Architettura Venezia 1834, 3 volumi in-folio. . . » 90 —

Emy (A. B) Trattato dell'arte del carpentiere. Traduzione italiana di Romano con note ed appendici di G. Bucchia. Venezia 1863, 2 volumi in-folio con 157 tavole . . . . . » 60 —

Franchetti (Gaetano). Storia e descrizione del Duomo di Milano e corredato da 30 tavole incise Milano 1821, un volume in-4 . . . » 12 —

Galleria Reale di Torino, illustrata da Roberto d'Azeglio; dedicata a S. M il Re Carlo Alberto. L'opera suddetta è tratta dai più rinomati quadri della R. Galleria di Torino, è divisa in 41 fascic. ciascuno dei quali contiene quattro tavole in rame di vario genere di soggetti. Torino in-folio L. 80 —

Garrucci (R.) Storia dell'arte cristiana nei primi otto secoli della chiesa, corredata di tutti i monumenti di pittura e scultura incisi in rame su 500 e più tavole. L'opera si compone di 120 fascic. a L. 5 cad. opera compl. L. 600 per sole L. 375 —

Pizzagalli (Aluisetti). Dell'arte del carpentiere Milano 1827, in-folio con tav. colorate » 20 —

Politecnico (Il). Repertorio mensile di studi applicati alla prosperità e coltura sociale; scritti originali dei più distinti scienziati d'Italia. Milano 1839-65, 34 vol. in-8 serie completa di tutto il pubblicato . . . . . » 70 —

Raccolta e nuova raccolta d'autori italiani che trattano del moto dell'acque, quarta ediz. arricchita di molte cose inedite e d'Alcuni schiarimenti. Bologna 1821-24, 9 vol. la raccolta e 4 vol. la nuova, in totale, 13 vol. in-4 con tavole . . . . . » 60 —

Ricci (A). Storia dell'Architettura in Italia dal sec. IV al XVIII. Modena 1857. 3 v. in-8 » 18 —

Romagnosi. Della condotta delle acque e della ragione civile delle acque, trattati riordinati da Alessandro De-Giorgi. Mil. 1842, 2 v. in-8 » 20 —

Sanmichelì (Mich.) Le fabbriche civili ecclesiastiche e militari disegnate ed incise da Ronzani Francesco e Luciolli Girol. Venet., Antonelli 1832, un vol. in folio con molte tavole incise in rame . . . . . » 70 —

— Le fabbriche civili ecclesiaste e militari disegnate ed incise da F. Ronzani e G. Luciolli e ritoccati dal cav. prof. G. Carelli con testo illustrativo riveduto da F. Zanotto. Genova 1877, un volume in folio . . . . . » 90 —

Sganzin (G. M.) Nuovo corso completo di pubbliche costruzioni per cura di Reibell. Traduzione Italiana dell'ing. Nicoletti. Venezia 1846-53, 3 v. in-fol. 218 tav. . . . . » 90 —

Turazza. Trattato d'Idrometria e d'idraulica pratica. Padova 1868, un volume in-8 con tavole, seconda edizione . . . . . » 10 —

Vitry (Urbano). Il proprietario architetto. Opera utile agli architetti, agli imprenditori e principalmente alle persone che vogliono dirigere da sè medesimi i propri artieri. 4.ª ediz. Venezia con 100 tavole in-4 . . . . . » 20 —

— Le proprietaire architecte contenant des modeles de maisons de ville et de campagne de fermes orangeries portes, puit, fontaines, ecc. Paris 1827, 2 vol. in-8 le legati in uno » 16 —

Zanetti (Gius.) Studi architettonico-ornamentali nei quali si comprendono riduzioni di fabbricati di ogni maniera, variamenti modificati, parti architettoniche, decorazioni, grandi suppellettili, ecc. Venezia 1843, un vol. folio, formato oblungo, con tavole . . . . . » 60 —

Ricco Assortimento d'Opere d'Agricoltura
Antiche e Moderne
(Gratis) — Catalogo speciale sistematico — (Gratis).

PREZZO DEL PRESENTE VOLUME L. 3 —

Presso la stessa Ditta trovansi vendibili tutte le Opere del medesimo Autore.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 102164313